Edgar F.

ESSAI CRITIQUE

DE LA

GYMNASTIQUE SUÉDOISE

PAR

le Dr Albert KAISIN

Directeur de l'Institut Orthopédique de Floreffe

Membre de la Société d'Orthopédie Allemande

PRÉCÉDÉ D'UNE PRÉFACE

PAR

M. le Professeur HENRIJEAN

de la Faculté de Médecine de Liége

Ouvrage orné de 374 gravures

BRUXELLES

HENRI LAMERTIN, LIBRAIRE-ÉDITEUR

20, RUE DU MARCHÉ-AUX-BOIS, 20

1906



ESSAI CRITIQUE

DE LA

GYMNASTIQUE SUÉDOISE

ESSAI CRITIQUE

DE LA

GYMNASTIQUE SUÉDOISE

PAR

le Dr Albert KAISIN
Directeur de l'Institut Orthopédique de Floreffe
Membre de la Société d'Orthopédie Allemande

PRÉCÉDÉ D'UNE PRÉFACE

PAR

M. le Professeur HENRIJEAN
de la Faculté de Médecine de Liége

Ouvrage orné de 374 gravures

BRUXELLES
HENRI LAMERTIN, LIBRAIRE-ÉDITEUR
20, RUE DU MARCHÉ-AUX-BOIS, 20

—

1906

PRÉFACE

Quand vous m'avez demandé d'écrire la préface de *Essai critique de la Gymnastique suédoise,* mon premier mouvement a été de décliner l'honneur que vous me faisiez, en vous priant de vous adresser à un maître compétent.

J'ai lu, cependant, attentivement votre travail et je me suis alors rendu compte de la raison pour laquelle vous vous adressiez au professeur de pharmacodynamie. J'ai vu de quel point de vue élevé vous envisagiez la science qui vous passionne depuis longtemps,

et je n'ai pu alors résister à la joie de dire ce que je pense de l'œuvre et de son auteur.

Vous avouerai-je que j'étais tout d'abord défiant? C'est que, en effet, les méthodes thérapeutiques nouvelles, méthodes de la plus haute valeur, ont, parfois, été appliquées et défendues par des praticiens et des savants convaincus, enthousiastes généralement et qui en raison même de cet enthousiasme ont quelquefois oublié qu'il existait à côté des méthodes nouvelles, des procédés thérapeutiques anciens qui ne devraient pas être oubliés. Aussi avez-vous cru qu'il était utile qu'un pharmacodynamiste écrivît la préface d'un ouvrage comme celui-ci. Il y a là un exemple et aussi une leçon dont je serai le premier à profiter. En faisant l'éloge des méthodes physiques de traitement, il me sera permis, en passant, de rappeler que la pharmacothérapie a fait ses preuves et qu'elle doit garder sa place à côté des méthodes plus jeunes.

Après avoir parcouru les chapitres de votre

livre où vous décrivez avec une brièveté claire et précise les principales fonctions et les grands appareils de l'organisme, j'ai été retenu par la philosophie de votre œuvre.

Comme le dit M. Faure et comme vous le rappelez à propos, toutes les facultés sont nécessaires à l'éducation motrice : l'attention, la volonté, l'intelligence, la sensibilité, l'énergie motrice, la maîtrise de soi entrent simultanément en jeu. Le but véritable de l'éducation motrice est de créer un mécanisme psychique moteur. La conception actuelle de la gymnastique n'est plus le développement musculaire comme le voulaient les anciens pédagogues.

Le but est bien plus élevé. Elle tend à créer « sans aucun effort le déclanchement réflexe d'une série d'actes moteurs ». Cette méthode s'appuie sur une loi dont la généralisation est incontestable, et c'est ce qui donne à cette manière de considérer l'éducation physique sa haute signification.

On a dit que le but de l'éducation en

général était de rendre inconscient ce qui était primitivement conscient. De l'automatisme psychique naît, outre l'éducation, le caractère. L'éducation physique tend au même but que l'éducation générale, et en y refléchissant on finit par se convaincre que l'automatisme déterminé par cette éducation est de la plus haute importance non seulement pour l'individu, mais encore, pour la collectivité. Et ce n'est pas là, croyons-nous, une exagération. L'automatisme, l'obéissance passive, prompte crée la discipline et l'on peut dire que le sentiment de la discipline, à un certain point de vue, est le sentiment du devoir vis-à-vis de la collectivité.

Ce qui est l'œuvre de la nature, a dit Kant, est l'effet du tempérament, mais l'homme n'a de caractère que dans ce qu'il fait de lui-même. Le caractère est dû à l'automatisme d'actes primitivement volontaires. La volonté peut vaincre les réflexes ; par le caractère, l'acte primitivement volontaire est devenu incon-

scient. On s'accoutume à regarder le danger en face et à le conjurer sans faiblesse par l'habitude. Le soldat qui, à la première bataille, courbait la tête sous la balle qui siffle, marche par la suite la tête haute. De grands capitaines nés poltrons sont devenus courageux par volonté d'abord, par habitude ensuite. Herber Spencer conçoit que l'homme deviendra un jour si organiquement moral qu'il accomplira par instinct des actes d'héroïsme et de dévouement.

« Il y a bien dire, écrit Montaigne au chapitre de la vertu, entre les boutées et saillies de l'âme ou une résolue et constante habitude : et voy bien qu'il n'est rien que nous ne puissions, voire jusques à surpasser la Divinité mesme, dit quelqu'un, d'autant que c'est plus de se rendre impassible de soy que d'estre tel de sa condition originelle... Il nous advient à nous mesmes, qui ne sommes qu'avortons d'hommes, d'estancer parfois nostre âme, esveillée par les discours ou exemples d'autruy,

bien loing au delà de son ordinaire, mais c'est une espèce de passion qui la pousse et agite et qui la ravit aucunement hors de soy : car ce tourbillon franchi, nous voyons que, sans y penser, elle se débande et relâche d'elle mesme, sinon jusques à la dernière touche, au moins jusques à n'estre plus celle-là... Et à celle cause disent les sages que pour juger bien à point d'un homme il faut principalement contreroller ses actions privées et le surprendre en son « à tous les jours ».

« L'éducation morale jointe à l'éducation physique fera que l'homme en son « à tous les jours », ne laissera point son âme aisément « débander et relâcher d'elle mesme. »

De très hauts et très encourageants enseignements découlent de la lecture de votre livre.

L'homme, dans son ensemble, est un composé de centres psychiques et moteurs perfectibles, susceptibles de fonctionner automatiquement. La volonté les met en mouvement

d'abord, plus tard l'automatisme les affranchit de l'action de cette dernière.

L'exemple, la réflexion, l'éducation, la suggestion agissent sur les centres psychiques comme la gymnastique rationnelle sur les centres moteurs.

L'automatisme moteur que celle-ci détermine évite les tâtonnements ; il crée une économie de temps et d'énergie. Il supprime comme il est dit quelque part dans votre livre, la fatigue cérébrale en affranchissant les couches corticales de la nécessité d'une intervention dans la plupart des mouvements...

Les mouvements réagissent, peut-on dire, à leur tour sur les idées et peut-être sur les sentiments... En dernière analyse la perfection de l'automatisme réagit sur l'organisme tout entier, et même sur le fonctionnement intellectuel.

La gymnastique comprise comme elle est comprise dans votre ouvrage exerce cette action, comme il est dit plus haut et aussi par l'influence

secondaire que les mouvements rationnels exercent sur la nutrition en général.

La facilité plus grande du mouvement automatique a pour conséquence la production moindre de déchets, aussi pensons-nous que l'action favorable de la gymnastique trouve dans ce fait une raison d'être tout autant qu'en l'accoutumance aux poisons de la fatigue dont parlent certains auteurs.

De même que l'homme d'automatisme psychique éduqué sera plus prompt dans ses décisions, plus ferme dans sa volonté, de même l'homme d'éducation psycho-motrice sera plus rapide pour éviter un danger, plus fort pour le combattre? C'est là une des raisons d'être de beaucoup de sports.

De cette décision matérielle plus prompte, plus efficace, naîtront une puissance plus grande de la volonté, une plus grande confiance en soi, un jugement peut-être plus ferme...

Et ce ne sont point là exclusivement des vues de l'esprit... l'éducation psychique, l'édu-

cation motrice doivent marcher parallèlement et l'on peut dire que celle-ci précède celle-là. L'homme marche, se meut avant qu'il ne parle et surtout avant qu'il ne pense.

C'est parce que toutes ces considérations découlent de la lecture de votre livre, qui est une œuvre de science et de conviction, que ce m'est une joie de la recommander comme ce me fut un plaisir de la lire.

Prof. HENRIJEAN.

Spa, 28 août 1906.

INTRODUCTION

Après les remarquables études qu'a publiées le commandant Lefébure sur l'Éducation physique en Suède et sur la Gymnastique éducative, il semble qu'il n'y ait plus rien à dire sur ce sujet qui paraît épuisé.

Notre éminent compatriote a embrassé la question d'un regard très large à la fois et très scrutateur; il a présenté des constatations globales et des vues d'ensemble très justes d'une méthode qui, sortant des régions scandinaves, progresse continuellement et poursuit sa marche triomphante, non seulement dans les pays d'Europe, mais, par delà l'océan, jusqu'aux confins du monde.

Mais il ne s'est pas contenté de cette présentation en bloc, et, passant au menu détail pratique, il s'est plu à le décrire avec minutie et à en faire ressortir la valeur, tout comme un maître de la critique, analysant un chef-d'œuvre, nous donne d'abord l'idée générale vers laquelle converge tout le sujet et en montre la grâce ou la profondeur, la sublimité ou la mélancolie, puis, passe au crible de la discussion les moyens dont l'artiste s'est servi pour lui donner un corps et l'imposer, pour jamais, à l'admiration des hommes.

Néanmoins, comme il y a, peut-on dire, autant de points de vue qu'il y a d'hommes, chacun envisageant chaque chose avec l'œil de sa personnalité, il nous a paru qu'une étude de la méthode éducative suédoise dans ses rapports intimes avec la physiologie et l'hygiène pourrait offrir encore des aperçus intéressants et nous sommes parti contempler sur place et dans son complet épanouissement cette reine du jour, à qui chacun veut apporter son hommage et aux pieds de laquelle nous sommes enchanté de pouvoir jeter aujourd'hui le tribut de notre

admiration profonde et raisonnée. Nous livrons donc à la publicité le fruit de nos observations.

On y trouvera, de ci, de là, peut-être, une critique : nous la présenterons toujours avec la franchise à laquelle a droit, en toute circonstance, ce que l'on considère comme la vérité, mais aussi avec la déférence que méritent les porte-parole de cet Évangile nouveau, les très distingués directeur et professeurs de l'Institut Central de gymnastique de Stockholm qui furent pour nous des hôtes charmants et auxquels nous adressons ici l'expression de notre vive gratitude.

Juin 1906.

TABLE DES MATIÈRES

Errata.

Page 60 : Les muscles adducteurs, rangés dans la série des « muscles rotateurs de la cuisse en dedans », doivent être rangés dans celle des « muscles rotateurs de la cuisse en dehors ».

Page 74, ligne 14 : Remplacer le mot « vide » par ceux-ci : « dont la vacuité n'est d'ailleurs plus complète ».

Page 75, ligne 13 : Remplacer le mot « vide » par ceux-ci : « incomplètement rempli ».

PREMIÈRE PARTIE

Tout moteur, qu'il soit fixe ou mobile, a, comme pièce fondamentale, un bâti rigide, sur lequel les organes viennent chercher point d'appui pour l'exécution de leurs mouvements. L'homme, moteur animal, a lui aussi, son bâti. Mais, tandis que pour les moteurs mécaniques le bâti est un assemblage de pièces formant un tout rigide, et autant dire immuable dans ses formes, le bâti de la machine animale est essentiellement variable dans le nombre des pièces qui le constituent aussi bien que dans l'assemblage de ses pièces entre elles et, par conséquent, dans ses contours. La raison de cette différence fondamentale réside dans la différence de buts que réalisent ces deux genres de moteurs. Dans le premier la conception des mouvements réalisés est extérieure au moteur, dans le second elle se produit en lui-même ; dans le premier, pour que son effet utile soit atteint, il faut que les ambiances physiques extérieures sur lesquelles il doit agir se soient, tout d'abord, adaptées à lui, dans le second, c'est lui-même qui s'adapte aux circonstances extérieures et qui se

modifie en conséquence pour les influencer à son gré. Si donc, dans le premier moteur on a un effet mécanique prévu, toujours identique à lui-même, dans le moteur animal on voit la réalisation d'effets mécaniques variés à l'infini.

Une autre différence essentielle entre le moteur mécanique et le moteur animal réside en ce fait que le premier conserve indéfiniment sa matière constitutive, tandis que le second est le siège d'un renouvellement continuel des matériaux dont il est fait ; celui-ci doit donc porter en lui des organes capables de réaliser, tant que la vie dure, cette régénération ininterrompue ; et, comme il forme néanmoins un tout dans lequel le principe de l'unité est merveilleusement observé, il se fait que le bon fonctionnement des organes régénérateurs est absolument nécessaire au bon fonctionnement des organes moteurs et vice-versa ; de sorte qu'on peut dire que, chez lui, tout concourt à la réalisation de cette indispensable régénération aussi bien qu'à la réalisation des mouvements qu'il doit exécuter.

Une telle dépendance fonctionnelle réciproque suppose entre les deux portions, régénératrice et motrice, du tout animal des rapports organiques, étroits et multiples ; ces rapports existent en effet, grâce aux ramifications

innombrables de l'appareil circulatoire et du système nerveux qui font communiquer et se pénétrer de la façon la plus intime ces deux portions. Cela étant, peut-on entreprendre, à quelque degré que ce soit, une étude analytique de mouvements de l'homme, sans rappeler, au préalable, dans leurs grandes lignes, son anatomie et sa physiologie, c'est-à-dire la science des organes et appareils qu'il possède et celle de la façon dont il en dispose, de manière à être à même de saisir les réactions des uns sur les autres et de tirer en connaissance de cause les conclusions qu'une telle étude comporte? Évidemment non, et c'est par là que nous commencerons. Nous parcourrons ainsi succinctement et simultanément, pour chaque appareil ou organe, l'anatomie et la physiologie qui le concernent, évitant ainsi des divisions, des redites et, par conséquent, des longueurs.

Squelette et articulations.

Le squelette est constitué par du tissu osseux et par du tissu cartilagineux. Le tissu osseux est formé de lamelles de substance compacte, riche en sels calcaires, auxquels elles doivent leur dureté caractéristique ; ces lamelles sont concentriques autour de petits canaux dans lesquels se trouvent des vaisseaux sanguins. Il renferme en outre des cellules particulières, petites, étoilées, qui se logent entre les lamelles osseuses.

Le tissu cartilagineux est formé d'une substance amorphe, transparente, dure, au sein de laquelle sont, ou groupées, ou isolées, les cellules cartilagineuses, remarquables par leur forme arrondie ou ovoïde.

Le squelette est composé d'os de formes et de dimensions très diverses : on peut les diviser en os longs et en os courts ; on distingue, dans les os longs, trois parties : la diaphyse ou partie moyenne et les deux épiphyses, c'est-à-dire leurs extrémités. La raison de cette nomenclature réside dans le fait que la structure de la diaphyse est très différente de la structure des épiphyses : celles-ci, comme les os courts, sont constituées par un tissu osseux spongieux, peu dense. La diaphyse, au contraire, est constituée

par un tissu osseux dense, très compact et très dur; elle est traversée, dans toute sa longueur, par le canal médullaire, qui, sur une coupe de l'os, occupe l'espace central. La croissance des os se fait, dans les os longs, par la prolifération et la transformation subséquente en tissu osseux, de cartilages dits épiphysaires, qui séparent les épiphyses de la diaphyse, et par la prolifération et la transformation subséquente des noyaux d'ossification, dans les autres os.

Les os reçoivent leurs éléments nutritifs des vaisseaux de la moelle osseuse, renfermée dans le canal médullaire, et du périoste, membrane plus ou moins mince et adhérente qui entoure les os, s'appliquant intimement sur leur surface extérieure partout où cette surface n'est pas recouverte de cartilage articulaire.

Tous les os, sauf l'os hyoïde et les os sésamoïdes, qui sont indépendants, sont unis à d'autres os; leur ensemble forme le système osseux. Leur mode d'union entre eux est très variable; les uns ont leurs bords engrenés les uns dans les autres, comme la plupart des os de la tête, et réunis par du tissu conjonctif. Ils n'offrent aucune mobilité l'un sur l'autre; d'autres sont réunis d'une façon non moins intime, quoiqu'ils puissent exécuter, l'un sur l'autre, des mouvements très vagues et très peu étendus : les os du bassin sont dans ce cas;

d'autres, les vertèbres, se trouvent articulés par l'intermédiaire d'un disque fibro-cartilagineux élastique et peuvent exécuter des mouvements un peu plus étendus ; enfin, il y a toute la série des articulations proprement dites, permettant des mouvements de plus en plus grands et variés, jusqu'au mouvement de circumduction, c'est-à-dire celui dont les limites circonscrivent dans l'espace une figure conique dont le sommet est représenté par l'articulation et la base, par le cercle que décrit l'extrémité du membre en mouvement. Quand deux extrémités d'os sont destinées à s'articuler l'une sur l'autre, elles sont garnies d'une mince couche de substance cartilagineuse parfaitement polie et, de plus, lubréfiées d'un liquide huileux, la synovie, sécrétée par une membrane qui encapuchonne les surfaces articulaires et qui s'appelle membrane synoviale ; de cette façon on a un glissement parfait des surfaces articulaires l'une sur l'autre.

La limite des mouvements que peut décrire une articulation dépend de la conformation même des os qui la constituent, puis de l'appareil ligamenteux qui l'entoure. L'appareil ligamenteux, ou ligaments articulaires, sont des brides plus ou moins larges et plus ou moins épaisses de tissu fibreux, qui s'insèrent sur les deux extrémités osseuses constituant l'articulation,

en dehors de la membrane synoviale, avec laquelle elles sont d'ailleurs en contact intime, et qui fixent solidement les os l'un contre l'autre.

Il y a aussi des ligaments intra-articulaires, donc inclus dans l'articulation même, et figurant des cordes solides tendues d'un os à l'autre (articulations du genou et de la hanche). Les mouvements articulaires trouvent encore une limitation à leur amplitude dans certaines masses musculaires qui se trouvent dans leur voisinage. Il est nécessaire de bien connaître les mouvements que chaque articulation est susceptible de fournir, afin de l'habituer à les lui faire fournir d'abord, afin, ensuite, de ne pas lui en demander de plus étendus ou de mal dirigés.

On peut répartir la totalité des os du squelette en six groupes : les os de la tête, les os du tronc, ceux de la ceinture scapulaire, ceux de la ceinture pelvienne, les os des membres supérieurs et les os des membres inférieurs. Les os de la tête n'ont pas pour notre sujet un intérêt spécial ; qu'il nous suffise de dire que leur réunion concourt à former une grande cavité, la cavité cranienne, destinée à recevoir le cerveau, le cervelet et la partie supérieure de la moelle épinière ; qu'ils présentent des enfoncements destinés à loger les organes du

sens de la vue, de l'odorat, de l'ouïe et du goût; qu'ils limitent, avec les cartilages qui les prolongent, l'entrée des fosses nasales, c'est-à-dire l'extrémité périphérique de l'appareil respiratoire et qu'ils font place, enfin, à la bouche, extrémité supérieure du tube digestif.

Les os du tronc présentent à notre point de vue un intérêt capital. Ils comprennent 24 vertèbres et 24 côtes, plus le sternum. Les vertèbres se partagent en 7 cervicales, 12 dorsales et 5 lombaires. Chaque vertèbre présente un corps, des arcs, une apophyse épineuse et des apophyses transverses. Le corps est le bloc qui se trouve à la partie antérieure de la vertèbre, les arcs lui font suite, se dirigent en arrière pour aller, par leur réunion, former l'apophyse épineuse. Quant aux apophyses transverses, elles sont situées l'une à droite l'autre à gauche de la vertèbre, un peu en arrière du corps vertébral; leur base porte deux surfaces articulaires : une supérieure, une inférieure. Les vertèbres dont la réunion constitue la colonne vertébrale sont d'autant plus volumineuses qu'elles sont plus bas situées; les lombaires sont plus grosses que les dorsales, lesquelles ont un volume supérieur à celui des cervicales. Elles sont articulées entre elles de différentes façons. Leurs corps sont superposés par l'intermédiaire d'un fibro-cartilage creux et élastique appelé disque intervertébral.

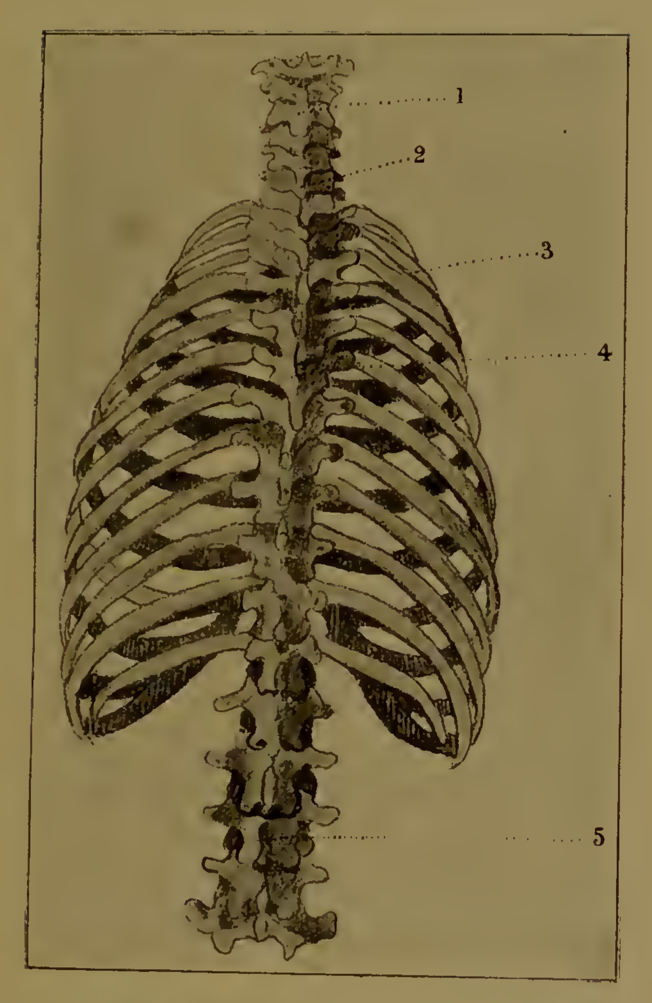


Fig. 1. — *Colonne vertébrale et thorax, face postérieure.* — 1. Vertèbre cervicale . 2 Apophyse épineuse d'une vertèbre cervicale. 3. Côtes. 4. Vertèbre dorsale. 5. Vertèbre lombaire.

Les surfaces articulaires inférieures des apophyses transverses d'une vertèbre sont articulées avec les surfaces articulaires supérieures des apophyses transverses de la vertèbre sous-jacente; enfin les apophyses épineuses sont réunies entre elles par le ligament inter-épineux. Si l'on ajoute qu'un ligament part du bord inférieur du corps de chaque vertèbre pour s'insérer sur le bord supérieur du corps de la vertèbre sous-jacente, que les arcs vertébraux sont réunis par une membrane ligamenteuse, que les apophyses transverses ont des ligaments qui passent de l'une à l'autre, sans compter les ligaments qui circonscrivent les articulations propres de ces apophyses, qu'enfin un grand ligament s'étend du haut en bas de la colonne vertébrale sur sa face antérieure et qu'il en est de même pour sa face postérieure, on se rend très bien compte de ce qu'on a une colonne très solide, mais flexible, grâce aux articulations multiples dont elle est munie.

De plus, on comprend aussi que derrière la pile des corps vertébraux se trouve une cavité close, limitée, sur les côtés et en arrière, par les arcs vertébraux et par les membranes qui les réunissent et, en avant, par les corps vertébraux eux-mêmes. Cette cavité communique directement avec la cavité du crâne; elle sert à loger la moelle épinière comme le crâne loge

le cerveau. Entre deux arcs vertébraux superposés un trou est ménagé, nommé trou de conjugaison, qui sert à la sortie des racines réunies d'un nerf spinal, lesquelles prennent naissance dans la moelle épinière elle-même.

Nous avons dit que les articulations de la colonne vertébrale ont, en somme, une mobilité très réduite ; il faut faire exception pour les articulations de l'extrémité supérieure de la colonne vertébrale avec le crâne. Nous avons là un double système articulaire, permettant des mouvements très étendus du crâne sur la colonne vertébrale ; les articulations occipito-atloïdiennes, ou articulations des condyles de l'occipital avec la première vertèbre cervicale nommée atlas, donnent le mouvement de flexion antéro-postérieure; l'articulation atloïdo-axoïdienne, ou articulation de l'atlas avec l'axis, qui est la seconde vertèbre cervicale. Cette articulation permet le mouvement de rotation et sa constitution est très particulière : l'atlas, contrairement aux autres vertèbres, n'a pas de corps vertébral, c'est, en quelque sorte, un anneau muni d'apophyses et de surfaces articulaires pour son union avec l'occipital et avec l'axis. L'axis, non seulement a un corps, mais ce corps est surmonté d'une apophyse dite odontoïde qui vient occuper la place qu'occuperait le corps absent de l'atlas. Cette apophyse

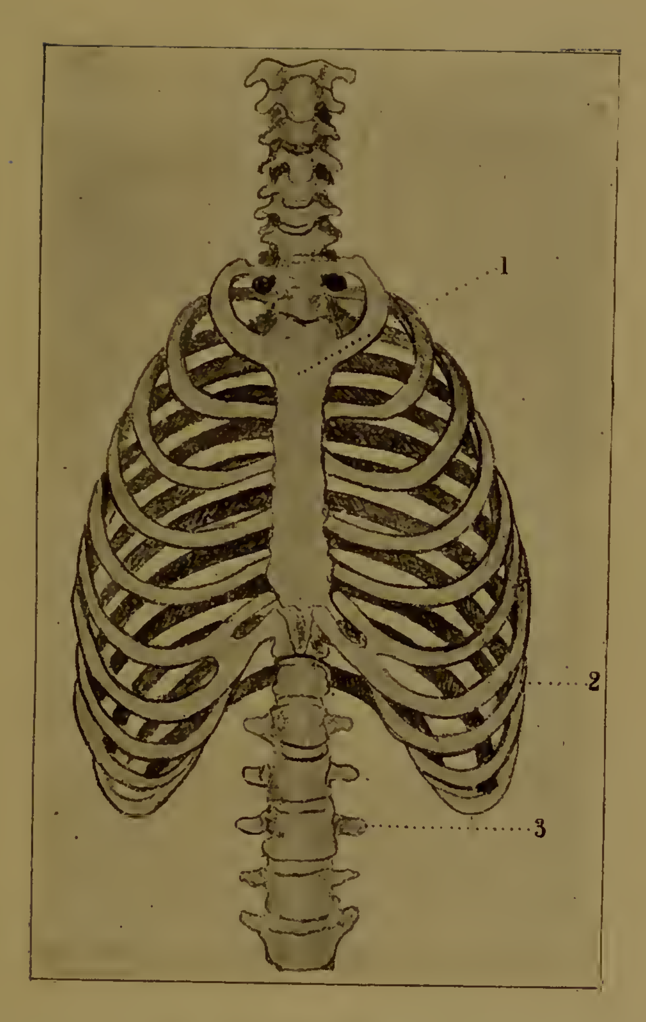


FIG. 2. — *Colonne vertébrale et thorax, face antérieure.* — 1. Sternum. 2. Côte. 3. Apophyse transverse d'une vertèbre lombaire.

odontoïde est engainée et fixée à l'intérieur de l'anneau atloïdien, contre la portion antérieure de celui-ci, au moyen d'un appareil ligamenteux très complexe; et c'est la rotation de l'atlas autour de ce pivot qui entraîne, dans son mouvement, le crâne lui-même.

Le tronc comporte, outre la colonne vertébrale, dont nous venons de nous occuper, la cage thoracique, formée par les vingt-quatre côtes qui s'articulent par paires, symétriquement, sur les côtés des vertèbres dorsales, avec lesquelles elles entrent en contact au moyen d'articulations assez mobiles, au niveau de la paroi latérale des corps vertébraux et au niveau de l'apophyse transverse. Ces côtes, qui ont la forme d'arcs plus ou moins réguliers, sont de longueurs différentes : les dix supérieures viennent s'articuler sur le sternum, os plat en forme de lame de poignard, par l'intermédiaire des cartilages, dits costaux, qui les prolongent et dont les supérieurs s'unissent isolément au sternum tandis que les inférieurs le font en s'accolant, au préalable, entre eux.

Les deux côtes inférieures, petites, ne sont pas fixées en avant et sont appelées côtes flottantes ou fausses côtes. Ce système : colonne vertébrale en arrière, sternum en avant, côtes sur le côté, constitue donc la cage thoracique, qui, dans son ensemble, a la forme d'un cône à

sommet tronqué, dirigé vers le haut et à base incomplète; le sternum ne descendant pas aussi bas que les côtes inférieures et celles-ci s'unissant à lui en se courbant vers le haut, elles ou leurs cartilages. Il y a donc, à la partie antérieure et inférieure de la cage costale, un angle dont le sommet correspond à l'extrémité inférieure du sternum et est occupé par l'appendice, dit xyphoïde, et dont les côtés correspondent au rebord costal.

Le professeur Lovett, de Boston, a présenté en 1905, au Congrès d'orthopédie de Berlin, une étude très complète et on ne peut plus intéressante sur les différents mouvements dont la colonne vertébrale peut être le siège. Nous rapportons, dans ses grandes lignes, le fruit de ce travail consciencieux fait sur le cadavre et sur le vivant. Des flexions en avant, des flexions en arrière et des flexions latérales, de même que des rotations constituent les mouvements qu'il est possible d'imprimer à la colonne vertébrale. Les flexions en avant peuvent atteindre un degré tel, que les courbures cervicales et lombaires disparaissent complètement et soient remplacées par une ligne droite; la courbure de la région dorsale peut légèrement s'augmenter. C'est au niveau de la douzième vertèbre dorsale que ce mouvement acquiert son intensité maxima.

La flexion en arrière, ou hyperextension, se passe presque uniquement au niveau des deux vertèbres dorsales inférieures et des vertèbres lombaires. Toutefois, la colonne dorsale peut légèrement se redresser.

Les flexions latérales ont lieu à des régions de la colonne vertébrale, variant avec la position dans laquelle on les exécute. Dans le décubitus ventral, elles se font surtout au niveau des deux vertèbres dorsales inférieures et des lombaires supérieures; quand le corps est fléchi en avant, c'est à la hauteur de la huitième vertèbre dorsale qu'elles acquièrent leur maximum; dans la position debout, corps droit, c'est à l'union de la région dorsale et de la région lombaire qu'elles ont leur siège principal. Enfin, quand le corps est en hyperextension, on les constate presque uniquement à la région lombaire.

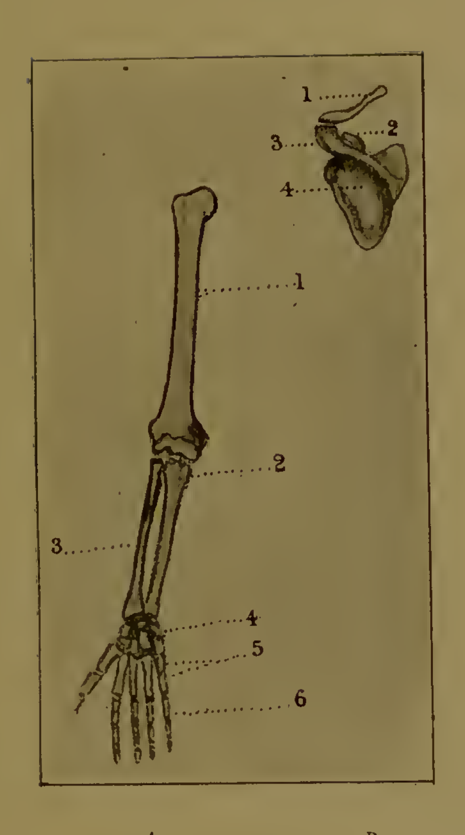
Il est à remarquer que les flexions latérales s'accompagnent toujours d'un certain degré de rotation; et, vice-versa, les rotations ne se font jamais sans un certain degré de flexion latérale : la flexion latérale et la rotation sont donc deux éléments inséparables d'un mouvement complexe de la colonne vertébrale.

Les rotations, quand on est debout, le corps tenu droit, ont leur siège maximum à la partie supérieure de la région cervicale et, de là, elles vont en décroissant jusqu'à la deuxième vertèbre

lombaire. Quand le corps est fléchi, la rotation a à peu près le même siège que lorsqu'on est debout et droit, seulement elle ne descend plus que jusqu'à la septième ou huitième vertèbre dorsale.

Enfin, la rotation exécutée, le corps étant en hyperextension, se limite à la région des deux vertèbres dorsales et des deux ou trois lombaires supérieures. Les flexions qui accompagnent les rotations ont lieu à la même hauteur que les rotations elles-mêmes.

En résumé, si l'on étudie à part les régions du cou, du dos et des lombes, on constate que, *au cou :* la flexion antérieure peut faire disparaître complètement la courbure à convexité antérieure; la flexion postérieure accentue légèrement cette courbure; la flexion latérale intimement liée à la rotation ne peut se faire sans elle; la rotation va en diminuant de la première à la septième vertèbre cervicale. *Au dos :* les flexions sont très limitées : la postérieure est surtout sensible à la partie inférieure de la région dorsale, la latérale, surtout sensible vers le milieu de la région; la rotation est le mouvement le plus important, il va en décroissant de haut en bas. *Aux lombes :* les flexions sont étendues; l'antérieure redresse la région, la postérieure est très marquée et les latérales, encore davantage. Quant à la rotation, elle y est très limitée.



A B

Fig. 3. — a. *Membre supérieur.* — 1. Humérus. 2. Cubitus. 3. Radius. 4. Carpe 5. Métacarpe. 6. Phalange.

b. *Moitié de ceinture scapulaire, vue de derrière.* — 1. Clavicule. 2. Apophyse coracoïde 3. Acromion. 4. Fosse sous-épineuse de l'omoplate.

Les os de la ceinture scapulaire ne sont qu'au nombre de quatre : les deux clavicules et les deux omoplates.

Les deux premières sont des os longs et grêles qui s'articulent en avant avec le sternum et la première côte, en arrière avec l'acromion et, indirectement, avec l'apophyse coracoïde. Les omoplates sont des os plats, de forme triangulaire, qui ont deux apophyses : l'acromion, prolongement de l'épine scapulaire, une sorte de crête élevée qui traverse obliquement, de dedans en dehors et de bas en haut, la face postérieure de l'omoplate, et l'apophyse coracoïde, crochet osseux qui se recourbe au-dessus de l'angle externe de l'omoplate. Cet angle externe lui-même est tronqué, épais, formant une surface articulaire appelée cavité glénoïde et il est surmonté d'une espèce de dôme ostéo-ligamenteux formé par l'acromion, la clavicule, l'apophyse coracoïde et les ligaments variés qui les réunissent. Cette ceinture scapulaire n'a donc aucun rapport direct avec la colonne vertébrale; elle n'en a avec le tronc, qu'à la partie antérieure et supérieure de la cage thoracique, sur un espace très limité. C'est par son intermédiaire que les membres supérieurs se rattachent au tronc et si les rapports osseux de la ceinture scapulaire avec celui-ci sont peu considérables, par contre, elle s'y accole d'une

façon très solide par l'intermédiaire de muscles puissants et nombreux, ce qui assure aux membres supérieurs l'étendue du mouvement dont ils ont besoin.

La ceinture pelvienne se compose, elle aussi, de quatre os seulement : le sacrum, le coccyx et les os iliaques : ceux-ci sont symétriques. Le sacrum est un os massif, en forme de pyramide renversée. Il est, en somme, la continuation de la colonne vertébrale, avec laquelle il a les mêmes moyens d'union que les vertèbres entre elles : et si on l'étudie dans la vie embryonnaire, on constate qu'il n'est autre chose que des vertèbres comme les autres, qui, peu à peu, se soudent et forment bloc. Il s'articule en bas avec le coccyx, bloc de petites vertèbres originairement aussi séparées et constituant le rudiment de la queue des vertébrés.

Par des surfaces articulaires larges, obliquement dirigées de haut en bas, de dehors en dedans dans un plan vertical et de dedans en dehors dans un plan horizontal, le sacrum s'unit très solidement aux deux os iliaques, entre lesquels il ne peut exécuter que des mouvements très vagues.

Quant aux os iliaques eux-mêmes, ce sont de grands os plats qui, soudés, pour ainsi dire, en arrière, au sacrum, s'unissent en avant l'un à l'autre par une articulation également très peu

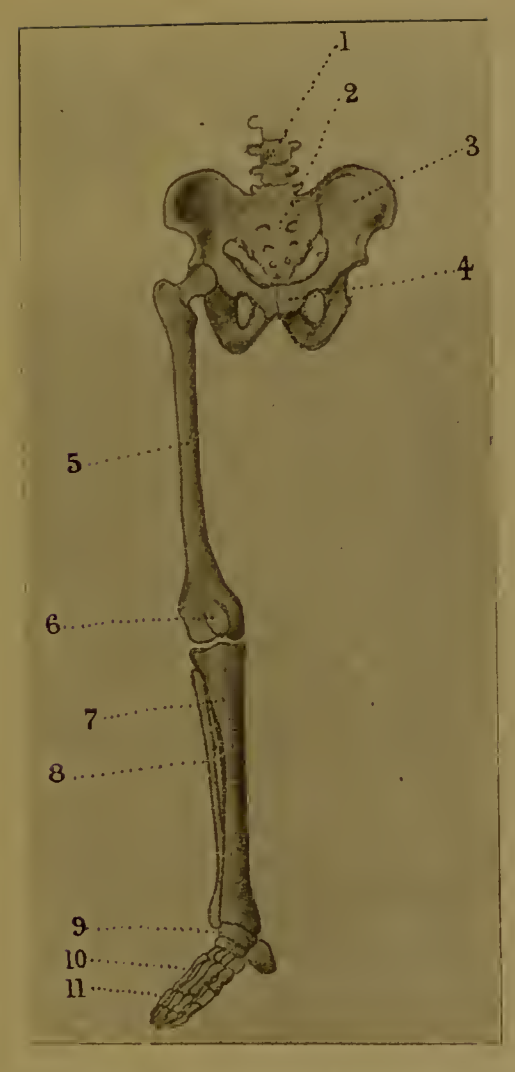


Fig 4. — *Ceinture pelvienne et membre inférieur.* — 1. Colonne lombaire. 2. Sacrum. 3. Os iliaque. 4. Pubis. 5. Fémur. 6. Rotule. 7. Tibia. 8. Péroné. 9. Tarse. 10 Métatarse. 11. Phalange des orteils.

mobile. Ils contribuent, avec le sacrum, à former une ceinture osseuse très forte, surtout sur les côtés et en arrière, qui a pour but de transmettre le poids de la colonne vertébrale et du tronc aux membres inférieurs qui doivent le porter. Ils offrent de vastes surfaces d'insertion aux muscles nombreux et volumineux qui doivent mouvoir le bassin sur la colonne vertébrale et les cuisses sur le bassin.

Leur surface interne offre une crête qui sépare en deux parties le bassin : l'une supérieure appelée à servir de base aux organes renfermés dans l'abdomen, l'autre, inférieure, nommée d'habitude le petit bassin, abritant les portions basses de l'appareil urinaire et de l'appareil digestif ainsi que les organes génitaux internes. Leur surface externe présente latéralement les deux cavités cotyloïdes qui doivent recevoir la tête des fémurs pour former les articulations des hanches.

Chaque membre supérieur présente trois segments principaux : le bras, l'avant-bras et la main. L'humérus, os unique de la région du bras, porte, à la partie interne de son extrémité supérieure, une surface arrondie en tiers de sphère, qui s'articule avec la cavité glénoïde de l'omoplate (articulation de l'épaule). Son extrémité inférieure porte, juxtaposés, de dedans en dehors, une trochlée et un condyle

pour son articulation avec les os de l'avant-bras.

Ceux-ci, deux os longs, le cubitus en dedans et le radius en dehors, s'articulent avec l'humérus, d'une part et l'un avec l'autre, d'autre part, formant l'articulation du coude. Pour cela, l'extrémité supérieure du cubitus porte une surface articulaire nommée cavité sigmoïde, dont les dépressions s'adaptent aux saillies de la trochlée de l'humérus et dont la partie la plus élevée se termine par une apophyse qui prend le nom d'olécrane et qui s'applique dans la fossette olécranienne, située au-dessus de la trochlée de l'humérus, sur sa face postérieure ; le radius se termine, en haut, par une cupule qui embrasse le condyle de l'humérus ; cette cupule surmonte une surface cylindrique qui peut pivoter dans un ligament qui l'enserre et la fixe contre une surface lisse et déprimée de la face externe du cubitus, sous la cavité sigmoïde.

Les extrémités inférieures des os de l'avant-bras s'articulent avec la rangée supérieure des os du carpe, formant l'articulation du poignet. La plus grande portion de la surface articulaire de l'avant-bras appartient au radius, qui s'épaissit considérablement et présente une surface lisse, de forme triangulaire, déprimée d'avant en arrière et de dehors et dedans, limitée en

dehors par une saillie osseuse, nommée apophyse styloïde du radius. Le cubitus, à sa portion inférieure et externe, s'articule avec la face interne du radius et sa portion interne présente une saillie (l'apophyse styloïde du cubitus), dont la face externe fait partie de la surface articulaire de l'articulation du poignet. La surface articulaire que constituent, réunies, les extrémités inférieures des os de l'avant-bras, embrassent, pour s'articuler avec elle la première rangée, globalement convexe et allongée dans le sens latéral, des os du carpe (région intermédiaire entre l'avant-bras et la main), c'est-à-dire de dedans en dehors, les os pisiforme, pyramidal, semi-lunaire et scaphoïde. Ceux-ci s'articulent à leur tour avec les os de la seconde rangée du carpe : les os crochu, grand os, trapézoïde et trapèze. Tous ces petits os forment entre eux des articulations multiples, dont plusieurs communiquent entre elles, tandis que d'autres sont isolées.

Le carpe s'articule avec le métacarpe qui correspond à la région de la main : il comprend 5 petits os longs : les quatre internes sont presque parallèles les uns aux autres et continuent ensemble l'axe du membre, le cinquième est placé obliquement en dehors par rapport aux autres. On a enfin les doigts qui sont constitués par 3 phalanges, sauf le pouce, qui

n'en a que deux et qui continuent, en s'articulant avec lui, la direction de chaque métacarpien correspondant.

Le squelette du membre inférieur ressemble beaucoup à celui du membre supérieur ; on peut aussi le subdiviser en 3 régions principales : la cuisse, la jambe et le pied.

La cuisse, comme le bras, n'a qu'un os, le fémur, le plus long des os du corps. Son extrémité supérieure porte une surface lisse, arrondie, représentant 2/3 de sphère, qui s'appelle tête du fémur et qui vient s'emboîter dans la cavité cotyloïde de l'os iliaque. Du fond de cette cavité part un ligament, le ligament rond, qui s'insère dans une dépression que porte le pôle de la sphère fémorale.

C'est un moyen d'union puissant entre les deux os qui, indépendamment de cela, ont d'ailleurs un appareil ligamenteux extérieur particulièrement fort et notamment le ligament de Bertin qui recouvre la face antérieure de l'articulation coxo-fémorale. La tête du fémur ne se trouve pas dans l'axe de cet os mais bien au bout d'une déviation de cet axe, nommée col du fémur, qui décrit, avec la diaphyse de l'os, un angle obtus. En dehors du col du fémur et dépassant sensiblement sa base, on trouve le grand trochanter, apophyse volumineuse qui sert à l'insertion d'une quantité de

muscles de cette région. Le petit trochanter est une autre apophyse, moins volumineuse, qui siège en dessous et un peu en arrière de la naissance du col du fémur. L'extrémité inférieure du fémur est massive et se caractérise par la présence de deux surfaces articulaires largement arrondies, d'avant en arrière, faisant en arrière une saillie accentuée, moins arrondies dans le sens transversal, séparées l'une de l'autre par une profonde gouttière et nommées condyles du fémur. Les condyles fémoraux s'articulent avec le plateau du tibia, surface offrant deux dépressions latérales séparées par une crête et forment ainsi, avec lui, l'articulation du genou, qui se complète par la présence de la rotule, un petit os globuleux présentant une surface articulaire dont la partie médiane est en saillie marquée, pour venir s'adapter dans la gouttière qui sépare les condyles fémoraux. L'articulation du genou est remarquable par les dimensions de sa membrane synoviale, qui forme des replis chargés de graisse, de chaque côté de la rotule et qui envoie devant la face antérieure de l'extrémité inférieure du fémur, sous le muscle triceps, un repli considérable nommé cul-de-sac sous-tricipital.

La jambe comprend le tibia, dont nous venons de voir le mode d'articulation avec le fémur, et le péroné. Ce sont deux os longs qui

s'articulent entre eux à leurs deux extrémités : en haut, par deux petites surfaces articulaires qui se regardent et se trouvent, la première un peu en dessous et en dehors du plateau tibial ; la seconde, sur la portion correspondante du péroné ; en bas, par deux surfaces triangulaires, à base inférieure. Ils sont ainsi accolés et contribuent l'un et l'autre à constituer la surface articulaire supérieure de l'articulation du pied ; que limitent et transforment en profonde dépression les malléoles internes et externes, c'est-à-dire des prolongements apophysaires qu'envoient vers le bas le tibia et le péroné. C'est avec l'astragale que s'articulent les os de la jambe. L'astragale en haut, le calcanéum en bas, et, devant eux, l'os naviculaire en dedans et le cuboïde en dehors, forment, avec les trois cunéïformes situés en avant de l'astragale et en dedans du cuboïde, un massif osseux qui est l'homologue du carpe au membre supérieur et qui porte le nom de tarse. Ce massif renferme de nombreuses articulations communicantes ou isolées tout comme le carpe.

Il s'articule, en avant, avec les extrémités centrales des cinq métatarsiens, lesquels sont sensiblement parallèles et s'articulent à leur tour avec les phalanges des orteils correspondants. Une chose est particulièrement remarquable dans cet ensemble des os du pied, c'est

la façon dont il repose sur le sol : il forme véritablement une voûte à trois piliers, dont le postérieur est formé par une grosse apophyse du calcanéum et les antérieurs sont constitués, l'interne, par l'extrémité périphérique, saillante en bas, du premier métatarsien et l'externe, par l'extrémité correspondante, elle aussi développée, du cinquième métatarsien.

Nous avons jeté un coup d'œil sur les pièces constitutives du squelette et sur la façon dont ces pièces s'articulent entre elles. Il nous reste à voir ce qu'un tel agencement va nous permettre de réaliser comme direction et comme degré de mouvement.

Rappelons tout d'abord que l'articulation occipito-atloïdienne permet à la tête de se fléchir en avant et en arrière sur la colonne vertébrale et que l'articulation odonto-atloïdienne permet la rotation de la tête. La combinaison des deux mouvements produit donc les mouvements de circumduction, tout comme on les obtient dans les appareils mécaniques par la superposition de deux articulations, dont les axes sont perpendiculaires l'un sur l'autre ; les mouvements sont augmentés encore dans leur amplitude si on fait prendre part à leur production les flexions antéro-postérieures, latérales et les rotations de la colonne cervicale. Grâce à cette combinaison d'actions, la tête peut s'incli-

ner en avant jusqu'à la rencontre du menton et du sternum ; en arrière, son inclinaison n'est pas aussi étendue à cause de la tension des ligaments articulaires et des muscles antérieurs et latéraux du cou. La flexion latérale peut être poussée au point que l'oreille arrive presque en contact avec l'épaule ; le mouvement est limité par la tension des muscles latéraux et des ligaments articulaires. La rotation peut aller à des limites qui atteignent presque un angle de 180°. Ce sont ici encore les ligaments et les muscles latéraux et antérieurs du cou qui empêchent de pousser cette rotation plus loin.

La configuration même de l'articulation de l'épaule, articulation à boule, montre qu'elle doit pouvoir exécuter des mouvements dans toutes les directions ; mais, en réalité, la présence de la voûte acromio-coracoïdienne au-dessus de la tête humérale limite les mouvements vers le haut. Seulement, s'il y a perte de l'amplitude motrice à cause de cet obstacle osseux, la mobilité de l'omoplate, donc la faculté de déplacer la voûte osseuse elle-même, compense, en partie, la perte constatée. Et, en somme, le bras peut exécuter des mouvements très étendus de circumduction ; il peut passer de la position verticale, la main en bas, à la verticale, main en haut, soit qu'il soit élevé dans le plan des épaules elles-mêmes, soit qu'on le dirige en haut et en avant. En arrière, il ne

peut exécuter ce mouvement; pour remonter en arrière, il tend à prendre, par rapport au plan des épaules, une inclinaison de 45°. Outre ces mouvements, il peut exécuter, sur son axe, une rotation de 90° environ.

L'articulation du coude permet les mouvements de flexion et d'extension : l'extension a pour limite la rencontre de l'olécrane avec la cavité olécranienne, la flexion, la rencontre des masses musculaires de l'avant-bras avec celles du bras.

L'articulation radio-cubitale permet d'exécuter la pronation et la supination, c'est-à-dire, des mouvements de pivotement du radius sur le cubitus, la première faisant tourner le dos de la main en avant et la seconde le faisant tourner en arrière, étant supposé que le bras est pendant le long du corps.

Le poignet a, comme mouvements propres, la flexion et l'extension dans un plan antéro-postérieur et les flexions nommées adduction et abduction, dans un plan perpendiculaire au premier; les flexions et extensions dans la première direction sont bien plus étendues que les secondes : elles peuvent atteindre des limites de près de 180°.

Le poignet peut également exécuter la circumduction, grâce à la combinaison de ses mouvements propres.

Les métacarpiens ne peuvent exécuter que

des mouvements de flexion et d'extension très limités, qu'on met particulièrement bien en relief, en fermant le poing.

Les doigts peuvent se fléchir au moins à angle droit sur les métacarpiens et au niveau de chacune de leurs articulations interphalangiennes. Ils peuvent en outre se mouvoir latéralement, se rapprocher et s'écarter : ces derniers mouvements offrent, naturellement, peu d'étendue.

Quant au pouce, il jouit d'une mobilité bien plus grande : il peut s'écarter davantage des autres doigts, grâce à la mobilité plus grande de son métacarpien qui exécute facilement des flexions assez étendues et des mouvements de latéralité : les deux phalanges font chacune de la flexion de 90° sur son segment central.

L'articulation de la hanche est une articulation à boule, elle est donc capable d'exécuter des mouvements dans toutes les directions. Mais ces mouvements sont loin d'être étendus dans toutes : en exécutant le mouvement de circumduction et en le poussant aux dernières limites, on remarque que, dans le sens de l'abduction latérale, on ne peut dépasser un angle de 45°, tandis que, en avant, on n'est arrêté que par la rencontre du tronc. En arrière, l'angle est peu considérable, car le ligament de Bertin limite le mouvement dans ce sens,

comme le ligament interne limite l'abduction latérale. L'adduction peut atteindre 45°; on l'exécute en passant une cuisse devant l'autre ou en rapprochant les cuisses énergiquement. La rotation de la cuisse sur son axe peut encore s'exécuter à la hanche sur une étendue considérable : 90° environ.

Le genou n'offre que les mouvements de flexion et d'extension ; le premier, limité par la rencontre des masses musculaires de la cuisse et du mollet, le second, par les ligaments articulaires eux-mêmes qui empêchent de pousser l'extension plus loin que la prolongation de l'axe du fémur.

L'articulation du pied, ou des chevilles, permet l'exécution de mouvements étendus de flexion et d'extension et quelques mouvements de latéralité, ce qui, par la combinaison des deux, donne un certain degré de circumduction ; mais la circumduction que le pied exécute habituellement résulte de la combinaison des mouvements du pied avec la rotation de la cuisse.

Quant aux articulations des orteils, elles présentent la possibilité d'exécuter la flexion et l'extension, dans des limites variables mais, en général, assez étendues.

Nous n'avons pas parlé des mouvements qui se passent dans les articulations du carpe et du

tarse. En réalité, ce sont des mouvements confus mais qui ont un rôle physiologique considérable. Les mouvements du carpe et du tarse servent en quelque sorte à matelasser nos membres supérieurs et inférieurs : la violence des chocs imprimés à la main se perd, en quelque sorte, dans une infinité de petits chocs et mouvements intercarpiens tout comme notre appui sur les pieds gagne énormément en douceur par la dispersion des poussées venues d'en bas et qui se divisent et se perdent en partie dans les imperceptibles déplacements des articulations tarsiennes où chaque tendon, peut-on dire, apporte le concours de son élasticité, pour amortir le choc.

Système musculaire.

Le tissu musculaire, essentiellement élastique et contractile, est formé de cellules allongées qui ont comme caractère spécifique la faculté de se raccourcir en se gonflant, puis, quand l'excitant qui les fait entrer en action cesse d'agir, de reprendre leurs formes normales. Ces cellules sont réunies par faisceaux et c'est la réunion d'une série de faisceaux semblables qui constitue un muscle. Les muscles sont la force qui déplace les leviers osseux dont nous disposons et réalise nos mouvements. Nous venons de voir quels mouvements nos différentes articulations peuvent exécuter.

Il faut donc qu'il y ait pour une articulation susceptible de flexions et d'extensions un ou plusieurs muscles fléchisseurs et extenseurs; aussi, rien de plus logique que d'adopter une classification fonctionnelle, dans la revue sommaire que nous passons actuellement. Il est vrai que, dans la réalité, les choses vont moins simplement, à cause des actions différentes que bien des muscles sont capables de produire, actions quelquefois très complexes et actions très diverses, car le muscle peut, jusqu'à un certain point, faire un choix dans les faisceaux qu'il contracte avec plus ou moins d'énergie.

Mais comme il est plus facile d'aller du simple au composé que d'aborder d'emblée toutes les faces d'un problème complexe, nous suivrons l'ordre logique que nous venons de proposer, quitte à entrer dans plus de détails à l'occasion, si le besoin s'en fait sentir au cours de notre étude.

Nous donnons la nomenclature des muscles en allant de la périphérie vers la profondeur.

Muscles moteurs de la Tête :

Fléchisseurs de la tête en avant.

Muscles sterno-cléïdo-mastoïdiens agissant ensemble.
» grands droits antérieurs de la tête agissant ensemble.
» petits droits antérieurs de la tête agissant ensemble.

Ces muscles sont animés par le nerf spinal et par des branches des 4 premiers nerfs cervicaux.

Fléchisseurs de la tête en arrière.

Muscles trapèze.
» spénius agissant ensemble.
» grands complexus agissant ensemble.
» petits complexus agissant ensemble.
» grands droits postérieurs de la tête.
» petits droits postérieurs de la tête.
» petits obliques de la tête.

Ces muscles sont animés par le nerf spinal, le grand nerf sous-occipital et le petit nerf sous-occipital.

Fléchisseurs latéraux de la tête.

Muscle trapèze agissant d'un seul côté.
» spénius agissant d'un seul côté.
» petit complexus agissant d'un seul côté.
» petit oblique de la tête agissant d'un seul côté.
» droit latéral de la tête agissant d'un seul côté.

Ces muscles sont animés par les nerfs cervicaux.

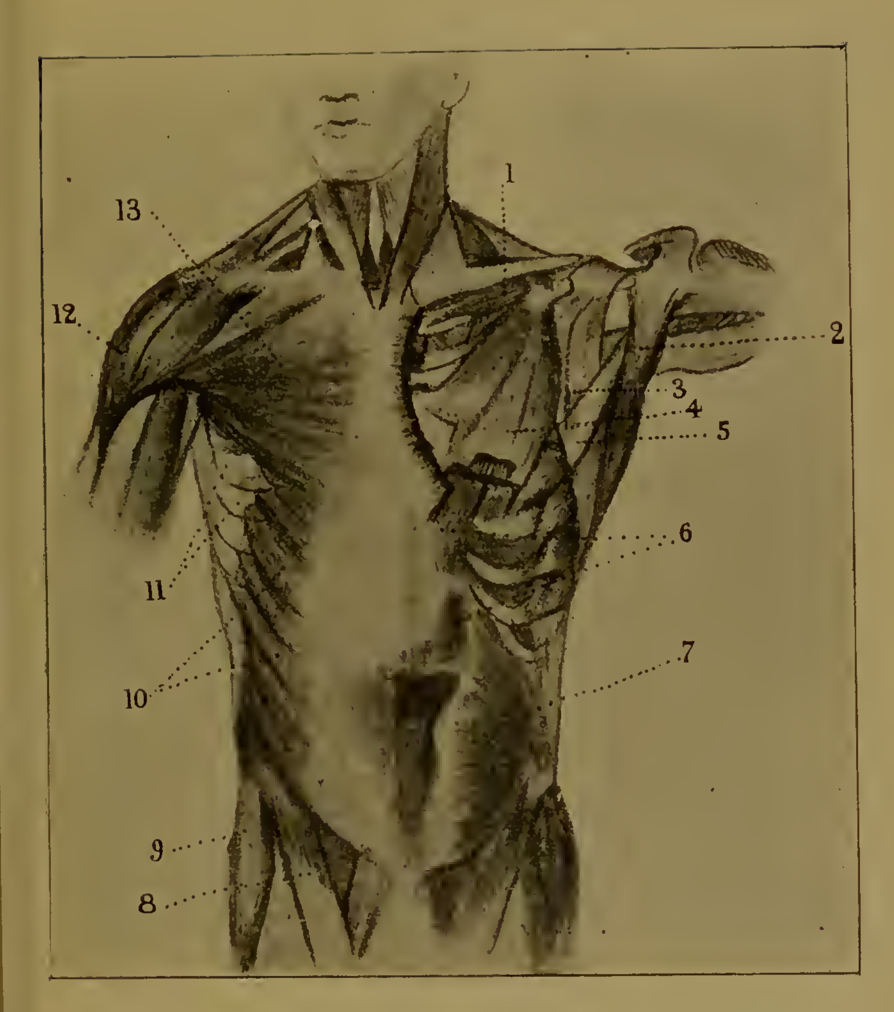


Fig. 5. — *Muscles de la paroi antérieure du tronc.* 1. Muscle sous-clavier. 2. Tendon du muscle grand dorsal. 3. Muscle sous-scapulaire. 4. Muscle petit pectoral. 5. Muscle grand rond. 6. Muscle droit de l'abdomen. 7. Muscle petit oblique de l'abdomen. 8. Muscle couturier. 9. Muscle tenseur du fascia lata. 10. Muscle grand oblique de l'abdomen. 11. Muscle grand dentelé. 12. Muscle deltoïde. 13. Muscle grand pectoral.

Muscles rotateurs de la tête.

Muscle trapèze agissant d'un seul côté.
» splénius agissant d'un seul côté.
» grand oblique de la tête agissant d'un seul côté.
» grand complexus agissant d'un seul côté.
» grand droit postérieur de la tête agissant d'un seul côté.
» sterno-cléido mastoïdien agissant d'un seul côté.
» grand droit.
Même innervation.

Il est à remarquer que, parmi ces muscles, plusieurs sont cités dans des catégories différentes : cela s'explique tout naturellement si l'on tient compte de la remarque qui a été faite plus haut au sujet de la complexité d'action de certains muscles. C'est ainsi que pour les mouvements de circumduction de la tête on pourrait citer les quatre séries précédentes car toutes les unités musculaires qui les composent peuvent intervenir à un moment donné pour réaliser les circumductions.

Tous ces muscles reçoivent leur excitation du nerf spinal, du nerf grand occipital ou des branches des premiers nerfs cervicaux.

Muscles moteurs du Tronc.

Muscles fléchisseurs du Tronc.

Les muscles scalènes (quand ils prennent point d'appui sur la poitrine fixée).
Les muscles longs du cou.
Les muscles grands droits antérieurs de l'abdomen.
Les muscles grands obliques de l'abdomen.
Les muscles petits obliques de l'abdomen.
Les muscles carrés des lombes.
Les muscles psoas.

Ces muscles sont innervés par les premiers nerfs cervicaux et le plexus brachial, par les nerfs intercostaux et par des branches abdomino-crurales du plexus lombaire.

Muscles extenseurs du tronc.

Les muscles trapèzes (par leurs faisceaux supérieurs et inférieurs agissant simultanément).
Les muscles splénius agissant simultanément.
Les muscles sacro-lombaires agissant simultanément.
Les muscles longs dorsaux agissant simultanément.
Les muscles transversaires épineux agissant simultanément.
Les muscles interépineux.
Les muscles intertransversaires agissant simultanément.
Même innervation.

Fléchisseurs latéraux du tronc.

Tous les muscles extenseurs du tronc agissant unilatéralement.
Le muscle grand oblique de l'abdomen.
Le muscle petit oblique de l'abdomen.
Le muscle carré des lombes.
Agissant d'un seul côté.
Même innervation.

Rotateurs du tronc.

Muscle sacro-lombaire.
» long-dorsal.
» transversaire épineux.
Même innervation.

Muscles moteurs du Bassin.

Fléchisseurs du bassin sur le Tronc.

Grands droits antérieurs de l'abdomen.
Grands obliques de l'abdomen.
Petits obliques de l'abdomen.
Psoas iliaques.
Agissant bilatéralement.

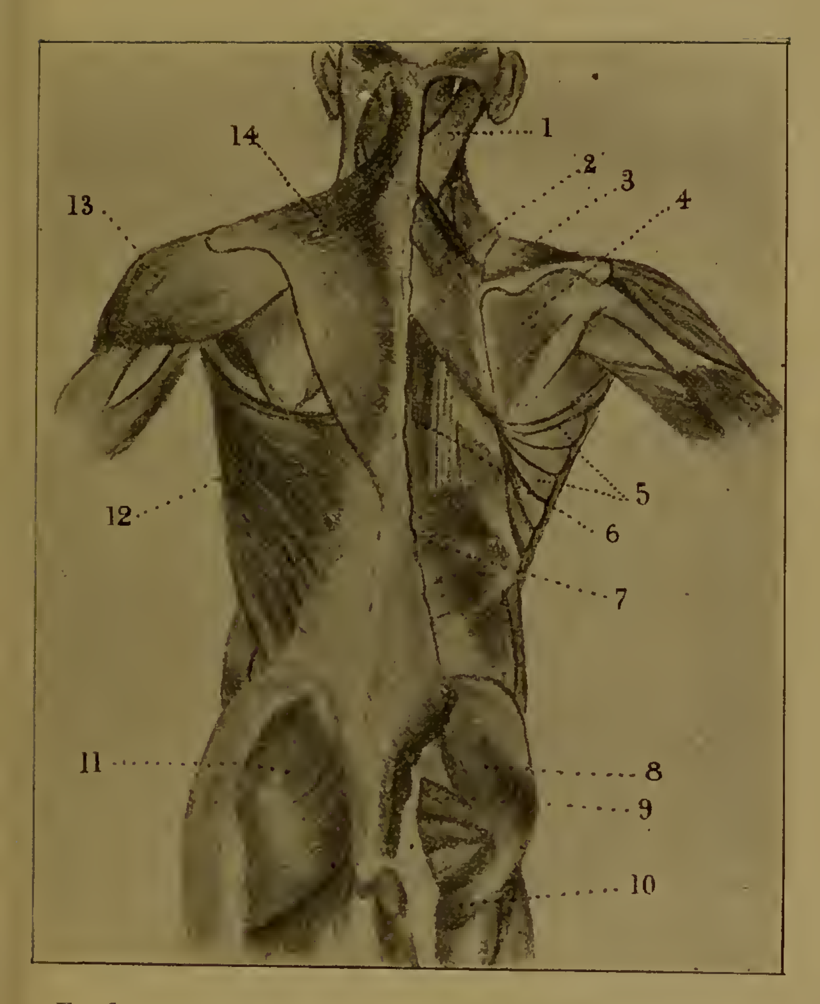


Fig. 6. — *Muscles du dos.* — 1. Muscle splénius. 2. Rhomboïde. 3. Sus-épineux. 4. Sous-épineux. 5. Grand dentelé. 6. Sacro-lombaire et long dorsal. 7. Petit dentelé inférieur. 8. Moyen fessier. 9. Pyramidal. 10. Carré crural. 11. Grand fessier. 12 Grand dorsal. 13. Deltoïde. 14. Trapèze.

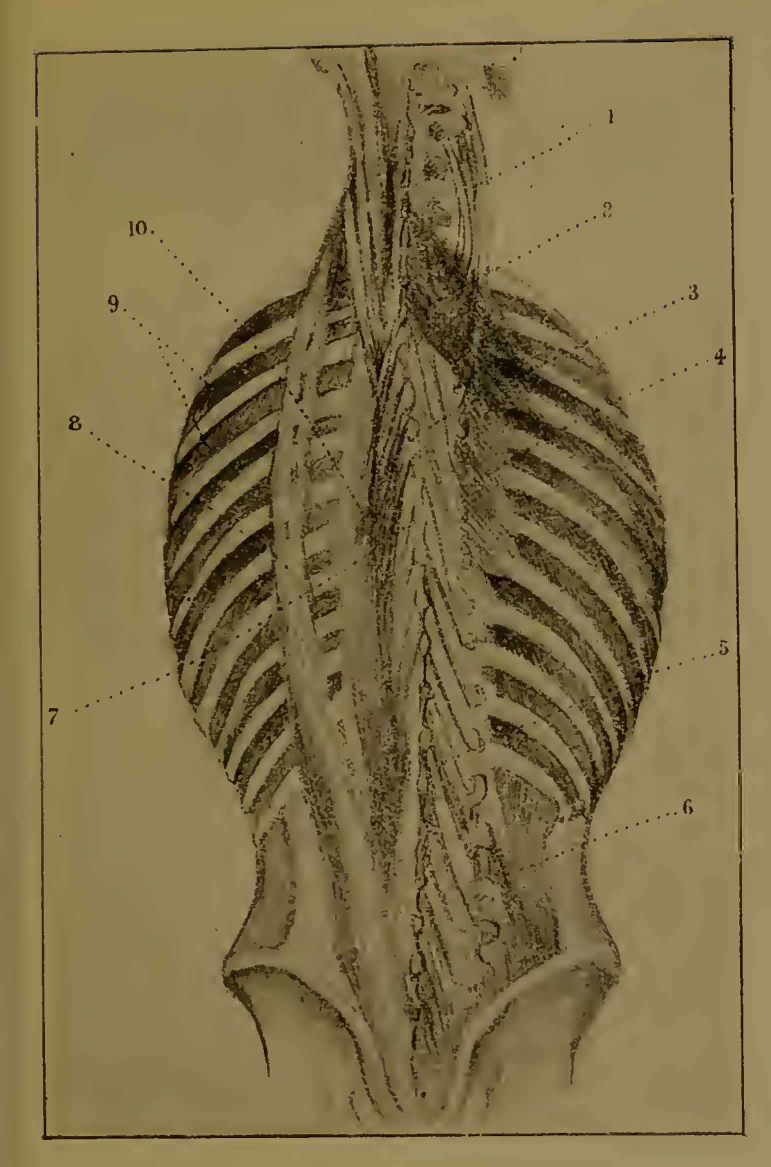


Fig. 7. — *Muscles profonds du dos.* — 1. Transversaire du cou. 2. Petit dentelé supérieur. 3. Muscles spinaux. 4. Muscles surcostaux. 5. Muscle multifide. 6 Carré des lombes. 7. Transversaire épineux. 8. M. sacro-lombaire. 9. M. intercostaux externes. 10. Long dorsal.

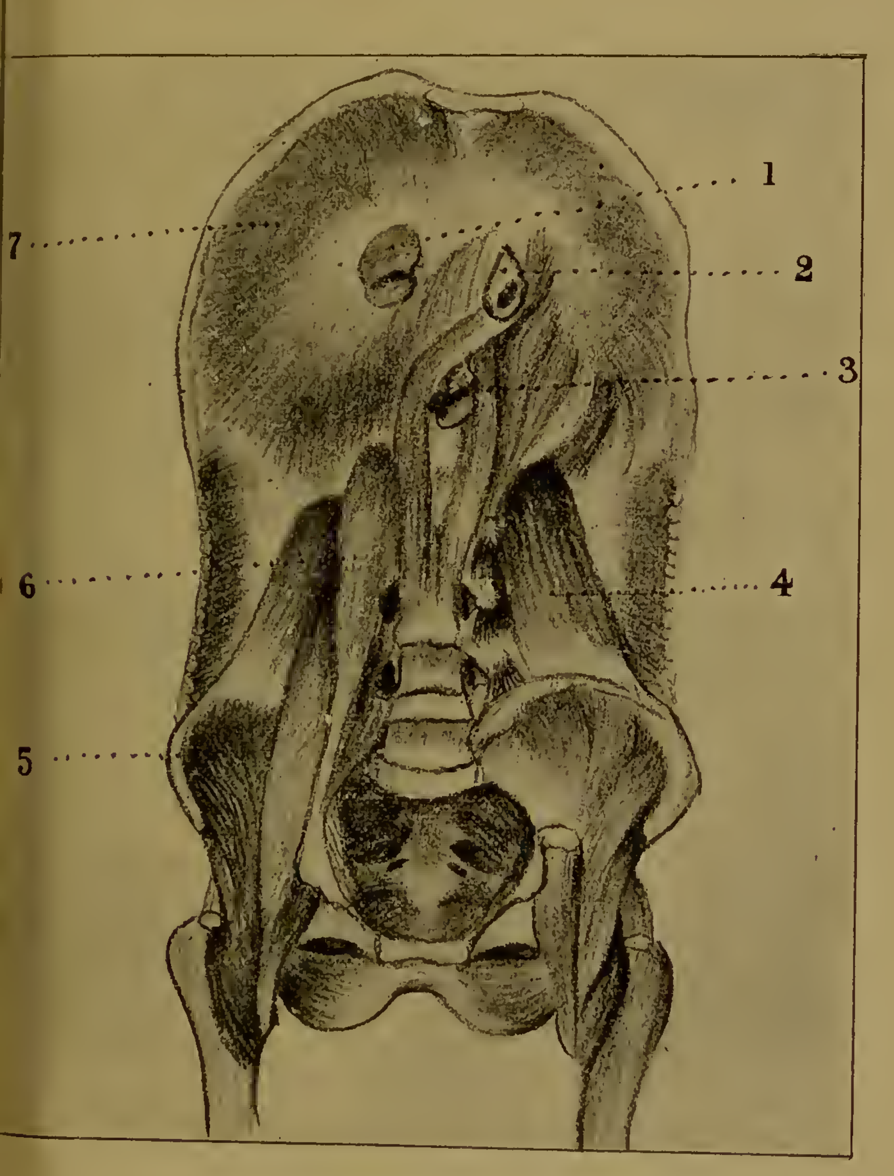


Fig. 8. — *Voûte et muscles profonds de la cavité abdominale*, — 1. Veine cave. 2. Œsophage. 3. Aorte. 4. Muscle carré des lombes. 5, 6. Psoas-iliaque. 7. Diaphragme.

Extenseurs du bassin sur le tronc.

Muscles sacro-lombaires.
» longs dorsaux.
» transversaires épineux.
Agissant bilatéralement.
Muscle grand fessier.
» moyen fessier.

Ces muscles sont innervés par le nerf fessier inférieur, le nerf fessier supérieur et des branches de nerfs dorsaux et lombaires.

Fléchisseurs latéraux.

Carré des lombes.
Grand oblique de l'abdomen.
Petit oblique de l'abdomen.
Action unilatérale.

La rotation du bassin est obtenue par la combinaison des contractions des muscles des trois groupes précédents.

Muscles moteurs de la Ceinture scapulaire.

Trapèze

Adducteur de l'omoplate, élévateur du moignon de l'épaule.

Rhomboïde.

Adducteur de l'angle inférieur de l'omoplate, abaisseur du moignon de l'épaule, innervé par le nerf thoracique postérieur.

Angulaire de l'Omoplate.

Adducteur et élévateur de l'angle supérieur interne de l'omoplate, innervé par une branche du plexus cervical.

Petit pectoral.

Abaisseur du moignon de l'épaule, élévateur de l'angle inférieur de l'omoplate, innervé par le nerf thoracique antérieur.

Grand dentelé.

Abducteur et fixateur de l'omoplate, innervé par le nerf thoracique latéral.

Muscle sous-clavier.

Abaisseur de la clavicule et du moignon de l'épaule.

Innervé par des branches du plexus brachial.

Muscles moteurs de l'articulation de l'épaule.

Muscles rotateurs du bras.

Muscle grand rond	. . . .	rotateurs en dedans.
» sous-scapulaire	. . . .	
» sous-épineux	. . . .	
» petit rond	. . . .	rotateurs en dehors.
» sus-épineux	. . . .	

Innervés par une branche du nerf sous-scapulaire, du nerf scapulaire supérieur et par le nerf circonflexe.

Muscles abaisseurs du bras.

Muscle grand dorsal.
» grand rond.
» sous-scapulaire.
» petit rond.

Innervés par des branches du plexus brachial et du nerf circonflexe.

Muscles élévateurs du bras.

Muscle deltoïde.
» coraco-brachial.
» sus-épineux.
» biceps.

Innervés par le nerf circonflexe, le nerf musculo-cutané et des branches du plexus brachial.

Muscles adducteurs du bras en avant.

Muscle coraco-brachial.
» grand pectoral.
» deltoïde.
» petit rond.
» biceps.

Innervés par le nerf circonflexe, des branches du plexus brachial et le nerf musculo cutané.

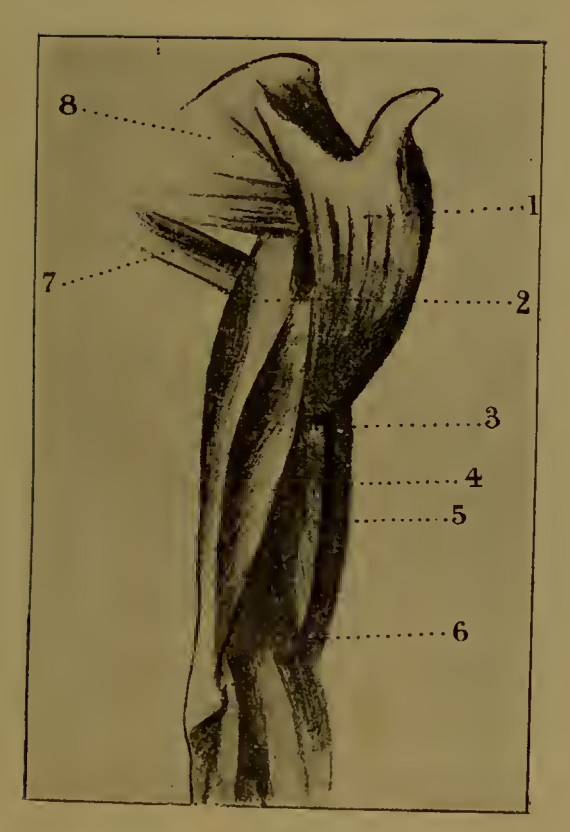


Fig. 9. — *Muscles de l'épaule et du bras.* — 1. Deltoïde. 2, 3. Triceps brachial. 4. Biceps brachial. 5. Bracial antérieur 6. Long supinateur. 7. Grand rond. 8. Sous-scapulaire.

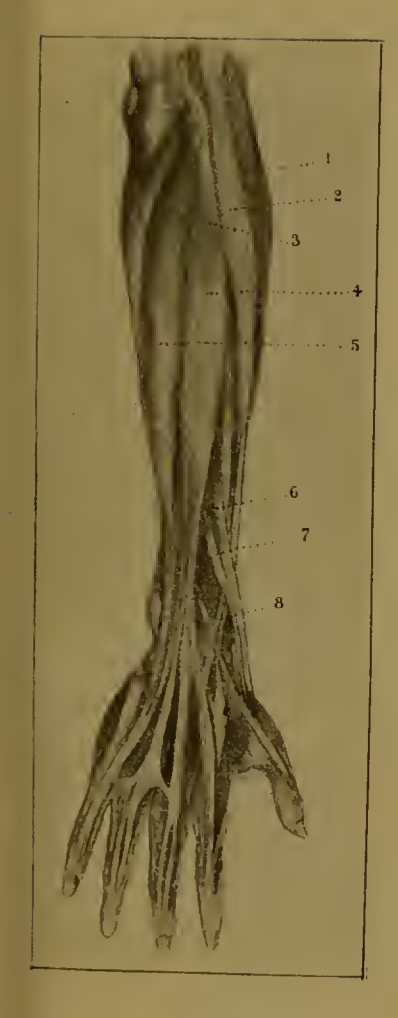


Fig. 10



Fig. 11

Fig. 10. — *Muscles de l'avant-bras, face postérieure* — 1. Long supinateur. 2. Long radial externe. 3. Anconé. 4. Extenseur commun des doigts. 5. Cubital postérieur. 6. Long abducteur du pouce. 7. Court extenseur du pouce. 8. Long extenseur du pouce

Fig 11. — *Muscle de l'avant-bras, face antérieure.* — 1. Artère humérale (direction générale seule indiquée). 2. Rond pronateur. 3. Palmaire grêle. 4. Grand palmaire. 5. Cubitalant 6. Fléchis seur superficielérieur. des doigts. 7. Long supinateur. 8. Court supinateur, 9. Biceps.

Muscles adducteurs du bras en arrière.

Muscle grand dorsal.
» grand rond.

Innervés par des branches du plexus brachial.

Muscles moteurs de l'articulation du coude.

Fléchisseurs de l'avant-bras.

Muscle biceps.
» brachial antérieur.
» long supinateur.

Innervés par le nerf musculo-cutané et le nerf radial.

Extenseurs de l'avant-bras.

Muscle triceps brachial.
» anconé.

Innervés par le nerf radial.

Muscles pronateurs.

Muscle rond pronateur.
» grand palmaire.
» carré pronateur.

Innervés par le nerf médian.

Muscles supinateurs.

Muscle court supinateur.
» biceps.

Innervés par le nerf radial et le nerf musculo-cutané.

Muscles moteurs du poignet.

Fléchisseurs de la main.

Muscle grand palmaire.
» palmaire grêle.
» cubital antérieur.

Innervés par le nerf médian et le nerf cubital.

Extenseurs de la main.

Muscle long radial externe.
» court radial externe.
» cubital postérieur.

Innervés par le nerf radial.

Abducteurs de la main.

Muscle long radial externe.
» court radial externe.
Innervés par le nerf radial.

Adducteurs de la main.

Muscle cubital postérieur.
» cubital antérieur.
Innervés par le nerf radial et le nerf cubital.

Les mouvements de rotation sont fournis par ces quatre groupes de muscles qui combinent leur action avec celle des muscles pronateurs et supinateurs.

Muscles fléchisseurs des doigts.

Muscle fléchisseur superficiel des doigts agissant sur la deuxième phalange des doigts.
Muscle fléchisseur profond agissant sur la troisième phalange.
Muscles lombricaux agissant sur la première phalange.
Innervés par le nerf médian et le nerf cubital.

Muscle extenseur des doigts.

Muscle extenseur commun des doigts.
Innervé par le nerf radial.

Muscles adducteurs des doigts.

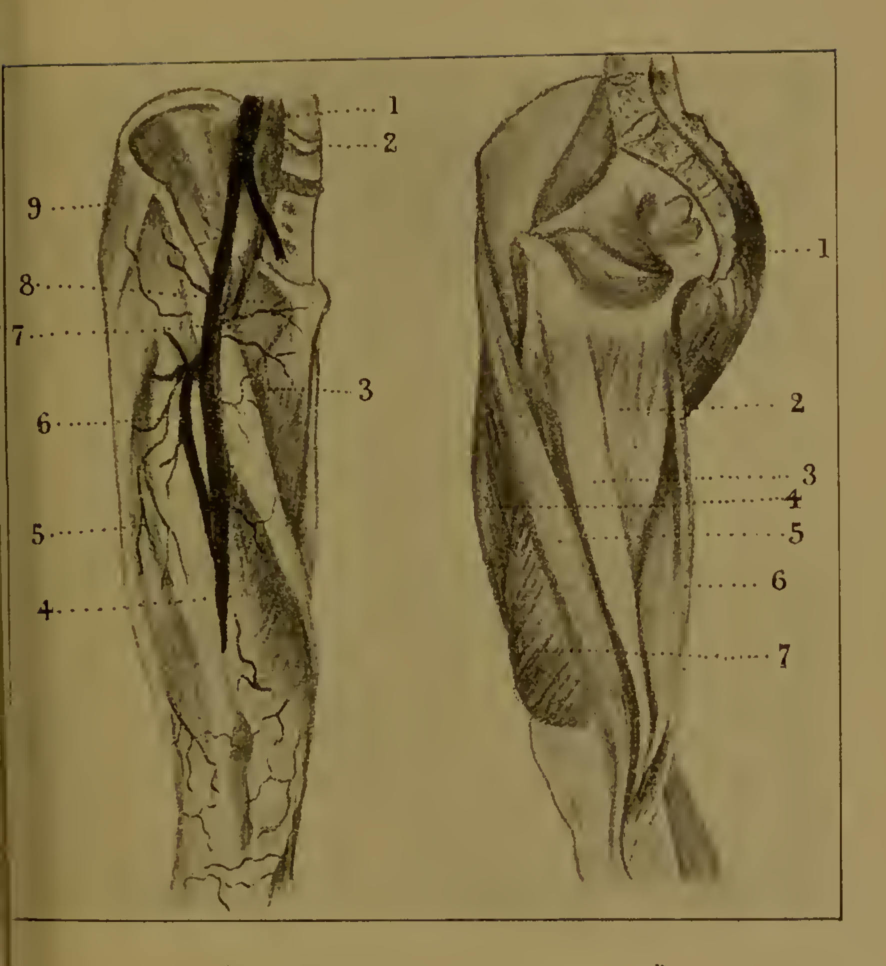
Muscles interosseux palmaires.

Muscles abducteurs des doigts.

Muscles interosseux dorsaux.

Muscles propres du pouce.

Muscle fléchisseur du pouce.
» court extenseur du pouce.
» long extenseur du pouce.
» long abducteur du pouce.
» court abducteur du pouce.
» court fléchisseur du pouce.
» opposant du pouce.
» court adducteur du pouce.
Innervés par le nerf médian, le nerf cubital et le nerf radial.



A. B.

Fig. 12. — *Muscles de la cuisse.* — A. *Face antérieure :* 1. Artère iliaque (direction générale seule indiquée). 2. Psoas iliaque. 3. Adducteurs. 4. Vaste interne. 5. Vaste externe. 6. Droit antérieur. 7. Couturier. 8. Pectiné. 9. Tenseur du fascia lata.

B. *Face interne :* 1. Grand fessier. 2. Adducteur. 3. Droit interne. 4. Droit antérieur. 5. Couturier. 6. Demi-tendineux et demi-membraneux. 7. Vaste interne.

Muscle propre de l'index.

Muscle extenseur propre de l'index.
Innervé par le nerf radial.

Muscles propres du petit doigt.

Muscle extenseur propre du petit doigt.
» abducteur du petit doigt.
» court fléchisseur du petit doigt.
» opposant du petit doigt.
Innervés par le nerf radial et le nerf cubital.

Muscles moteurs de l'articulation de la hanche.

Fléchisseurs de la cuisse.

Muscle psoas iliaque.
» couturier.
» tenseur du fascia lata.
» pectiné.
Muscles adducteurs.
Innervés par le plexus lombaire et le nerf crural.

Extenseurs de la cuisse.

Muscle grand fessier.
» moyen fessier.
» droit antérieur.
» demi-tendineux.
» demi-membraneux.
» biceps.
Innervés par le nerf sciatique et les nerfs fessiers supérieur et inférieur.

Adducteurs de la cuisse.

Muscle droit interne.
» pectiné.
Muscles adducteurs proprement dits.
Innervés par le nerf crural et le nerf obturateur.

Abducteurs de la cuisse.

Muscle grand fessier.
» moyen fessier.
» petit fessier.
» pyramidal.
» couturier.

Innervés par des branches du plexus ischiatique et le nerf musculo-cutané.

Muscles rotateurs de la cuisse en dedans.

Muscle moyen fessier.
Muscles adducteurs.
Muscle petit fessier.
» tenseur du fascia lata.
» droit interne.
» demi-tendineux.
» demi-membraneux.

Même innervation, à laquelle s'ajoute celle du nerf fessier supérieur.

Rotateurs de la cuisse en dehors.

Muscle psoas-iliaque.
» grand fessier.
» pyramidal.
» obturateur interne.
Muscles jumeaux.
Muscle carré fémoral.
» obturateur externe.
» couturier.
» pectiné.

Innervés par le nerf crural, le nerf musculo-cutané, le nerf pariétal, le nerf obturateur et des branches du plexus ischiatique.

La circumduction s'exécute par l'action combinée de ces différents groupes musculaires.

Muscles moteurs de l'articulation du genou.

Muscles fléchisseurs du genou.

Muscle demi-tendineux.
» demi-membraneux.
» biceps fémoral.
» couturier.
» poplité.

Innervés par des branches du nerf sciatique, le nerf musculo-cutané et le nerf tibial.

Muscle extenseur du genou.

Muscle triceps fémoral, innervé par le nerf du même nom.

Muscles moteurs de l'articulation du pied.

Muscle fléchisseur.

Muscle tibial antérieur.
Innervé par le nerf tibial antérieur.

Muscles extenseurs.

Muscle long péronier latéral.
» court péronier latéral.
» jumeaux.
» soléaire.
» plantaire grêle.
» tibial postérieur.
Innervés par des branches du nerf musculo-cutané et du sciatique poplité externe.

Muscles adducteurs.

Muscle tibial antérieur.
» tibial postérieur.

Muscles abducteurs.

Muscle long péronier latéral.
» court péronier latéral.

Muscles rotateurs en dedans.

Muscle poplité.
» tibial postérieur.
Innervés par le nerf tibial.

Muscles rotateurs en dehors.

Muscles péroniers latéraux.

L'action combinée de ces différents groupes musculaires produit les mouvements de circumduction du pied, qui sont augmentés par la rotation simultanée de la cuisse.

Muscles moteurs des orteils.

Muscle extenseur commun des orteils.
Muscle extenseur propre du gros orteil.
» pédieux.
Innervés par le nerf tibial antérieur et le nerf pédieux.
Muscle long fléchisseur commun des orteils.
» long fléchisseur propre du gros orteil.
» court abducteur du gros orteil.
» court fléchisseur du gros orteil.
» adducteur du gros orteil.
» court abducteur du petit orteil.
» court fléchisseur de petit orteil.
» opposant du petit orteil
» court fléchisseur commun des orteils.
Muscles lombricaux et interosseux (dont l'action est correspondante à celle des muscles du même nom à la main).

Innervés par le nerf tibial antérieur, le nerf plantaire interne et le nerf plantaire externe.

Muscles qui servent à exécuter les mouvements respiratoires (Viault et Jolyet) :

Inspiration.

Inspiration calme :

Diaphragme (innervé par le nerf phrénique).
Scalènes (rameaux musculaires du plexus cervical et brachial).
Surcostaux (rameaux postérieurs des nerfs dorsaux).
Intercostaux externes (nerfs intercostaux).

Inspiration forcée :

A) *Muscles du tronc.*

Sterno-cléïdo-mastoïdien (rameau externe du nerf spinal).
Trapèze (rameau externe du spinal et plexus cervical).
Petit pectoral (nerf thoracique antérieur).
Petit dentelé supérieur (nerf dorsal de l'épaule).
Rhomboïde (nerf dorsal de l'épaule).
Extenseurs de la colonne vertébrale (rameaux postérieurs des nerfs dorsaux).
Grand dentelé (nerf thoracique postérieur).

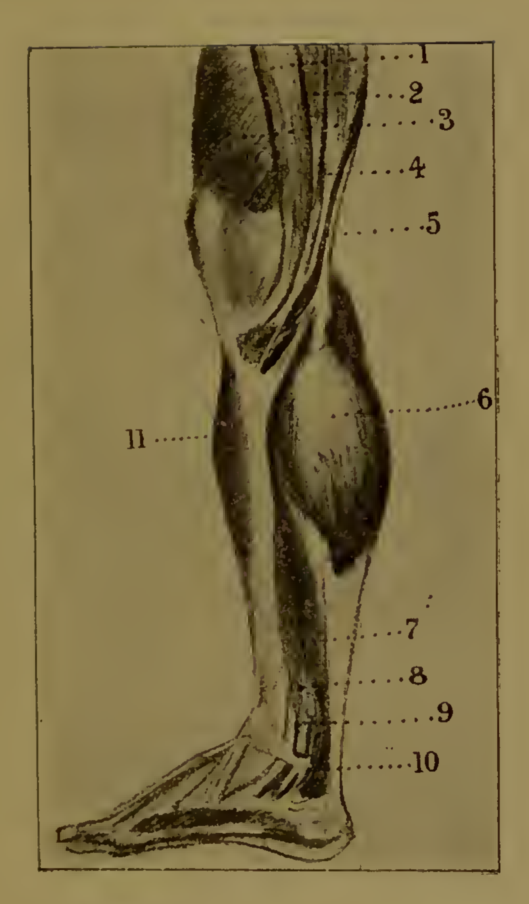


Fig. 13. — *Muscles de la jambe.* — 1. Couturier. 2. Droit interne. 3. Vaste interne. 4. Demi-membraneux. 5. Demi-tendineux. 6. Jumeau interne. 7. Soléaire. 8. Long fléchisseur commun des orteils. 9. Jambier postérieur. 10. Long fléchisseur du gros orteil. 11. Jambier antérieur.

B) *Muscles du larynx.*

Sterno-hyoïdien (branche descendante de l'hypoglosse).
Sterno-thyroïdien (branche descendante de l'hypoglosse).
Crico-aryténoïdien postérieur (nerf laryngé inférieur).
Thyro-aryténoïdien (nerf laryngé inférieur).
Elévateur superficiel de l'aile du nez et de la lèvre (nerf facial).
Elévateur profond de l'aile du nez et de la lèvre (nerf facial).
Dilatateur de l'aile du nez (nerf facial).

c) *Muscles du pharynx.*

Elévateur du voile du palais (nerf facial).
Azygos de la luette (nerf facial).

Expiration.

Calme :

Sans contraction musculaire.

Forcée :

Muscles de l'abdomen (rameaux inférieurs des nerfs intercostaux.)
Triangulaire du sternum (nerfs intercostaux).
Grand dentelé (rameaux externes des nerfs dorsaux).
Carré des lombes (rameaux musculaires du plexus lombaire).
Intercostaux internes (nerfs intercostaux).
Muscles lisses des bronches (nerf pneumo-gastrique).

Quoique nous ayons été très succinct dans l'exposé de l'appareil moteur proprement dit, nous serons plus bref encore dans l'exposition des autres appareils de l'organisme, car, en réalité, ce n'est pas de détails anatomiques que nous avons besoin, mais bien de vues d'ensemble justes; d'ailleurs nous aurons soin de signaler, le cas échéant, telle ou telle particularité dont la connaissance s'imposerait pour l'intelligence des phénomènes que nous étudierons.

Appareil et fonction respiratoires.

L'appareil respiratoire est destiné à oxygéner notre sang et à le débarrasser de l'acide carbonique et autres poisons qui ont pris naissance dans l'organisme par le travail de la nutrition. Si l'on réfléchit au fait que la nutrition est un ensemble de phénomènes qui s'étend aux innombrables cellules qui constituent notre corps, telle une colossale entreprise occupant un nombre très considérable d'ouvriers et exigeant l'apport de matériaux en énorme quantité, on se rend compte que le sang, véhicule des éléments de vie aussi bien que des déchets méphitiques, doit pouvoir accomplir sa fonction rapidement et, pour cela, doit trouver avec l'air, dans lequel il puise l'oxygène nécessaire et se décharge des éléments inutiles ou nuisibles, le contact le plus large. Ces conditions sont adéquatement réalisées, grâce à la structure particulière de nos poumons qui sont formés d'un tissu mince, plissé, en quelque sorte, sur lui-même jusqu'à former une infinité de petits replis nommés alvéoles pulmonaires, dans lequel rampe un réseau très serré de vaisseaux sanguins extrêmement ténus, donc offrant une énorme surface sous un volume restreint et pouvant contenir une grande quantité de sang.

Ces alvéoles pulmonaires ont chacune leur communication avec l'air extérieur par un tout petit canal, bronchiole, qui aboutit par une série de confluents à des canaux de plus en plus gros (petites bronches, grosses bronches), à la trachée artère, au larynx (cet organe de production du son qui est un exemple typique de l'économie que la nature observe toujours, même quand elle répand sur nous ses largesses d'organes et de facultés), au pharynx et enfin aux fosses nasales.

La cavité thoracique est close à sa base par le diaphragme, muscle large, à fibres radiées, qui s'insère au pourtour inférieur du thorax.

Les poumons sont contenus dans la cavité thoracique dont ils occupent chacun la moitié, à droite et à gauche de la colonne vertébrale.

Ils sont essentiellement élastiques et comparables, sous ce rapport, à un ballon de caoutchouc qui peut se dilater considérablement, mais ne pourrait se vider d'une façon complète. Par l'intermédiaire de la plèvre, membrane séreuse qui tapisse, d'une part, leur face extérieure, et, d'autre part, la face interne du thorax et la face supérieure du diaphragme, formant deux feuillets toujours bien lubrifiés et glissant avec la plus grande facilité l'un contre l'autre, ils s'accolent à la paroi thoracique et au diaphragme dont ils suivent tous

les mouvements. La paroi du thorax est, elle aussi, très élastique.

Nous avons vu que les côtes sont unies à la colonne vertébrale au moyen d'articulations qui leur permettent de se mouvoir sur elle. Sous l'effort des muscles inspirateurs, les côtes qui, avec les muscles qui s'y attachent, forment la paroi thoracique, se soulèvent, entraînant le sternum. Ce mouvement a pour effet d'augmenter les diamètres antéro-postérieur et transverse du thorax et, par conséquent, d'accroître son volume. En même temps, le diaphragme se contracte, s'abaisse et tend à former une surface plane au lieu de la voûte qu'il décrit, quand il est relâché, au-dessus de la cavité abdominale.

Il résulte de cette contraction du diaphragme une augmentation du diamètre vertical de la cavité thoracique. Celle-ci subit donc un accroissement de tous ses diamètres et, par conséquent, une augmentation notable de sa capacité. L'effet d'une telle augmentation se manifeste par une aspiration de l'air extérieur, qui vient remplir, dans la poitrine, le vide qui s'y est produit. C'est ce qu'on appelle l'inspiration qui, lorsqu'elle est modérée, comme dans la respiration tranquille, introduit environ 1/2 litre d'air dans les poumons.

A l'inspiration succède l'expiration, c'est-à-

dire la sortie de l'air, due au retour de la cavité thoracique à sa capacité primitive par la diminution de tous les diamètres que nous avons vus s'allonger dans l'inspiration. Ce second acte, dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire en cas de respiration calme, s'exécute sans le concours des contractions musculaires; il est dû à l'unique élasticité des parois thoraciques et du tissu pulmonaire lui-même. Les muscles n'interviennent activement qu'en cas d'expiration forcée. La quantité d'air qui sort pendant l'expiration est, naturellement, égale à celle que l'inspiration avait introduite.

Les mouvements de la respiration, ou, si l'on veut, les contractions musculaires qui les provoquent, s'exécutent d'habitude sans que notre volonté intervienne; ils sont dus à l'action du centre nerveux contenu dans le bulbe rachidien et qui, excité par le manque d'oxygène et l'excès d'acide carbonique contenus dans le sang, provoque la contraction rythmique des muscles inspirateurs.

Le nombre des mouvements respiratoires complets, c'est-à-dire inspiration suivie d'expiration, est de 18 à 20 à la minute, dans les conditions normales.

Mais, si la volonté n'intervient pas d'ordinaire, d'une façon active, dans le travail de la respiration, elle peut le faire, comme nous le

verrons plus tard, et modifier considérablement cet acte physiologique, dans son intensité et sa fréquence et, par conséquent, dans ses effets sur les autres fonctions de l'organisme, notamment, sur la circulation du sang.

Appareil et fonction circulatoires.

Le sang de notre organisme est animé d'un mouvement continu. Son rôle consiste à porter à toutes nos cellules la partie de nos aliments rendue assimilable par la digestion, à leur porter en outre l'oxygène, sans lequel l'ensemble des combinaisons chimiques qui réalisent les indispensables échanges de matière entre notre propre substance et le monde extérieur, seraient impossibles. Mais là ne se borne pas son rôle, il doit aussi emporter vers nos émonctoires naturels, la peau, les reins, les poumons, les déchets de notre organisme régénéré, les produits de nos intimes combustions. Ces déchets, ces produits de la combustion constituent, pour nos cellules, des poisons violents qui les tueraient infailliblement s'ils n'étaient, aussitôt élaborés, éloignés d'elles. En passant dans la peau, en passant dans nos reins, le sang leur abandonne ces poisons, à eux qui ont pour mission d'en délivrer l'organisme ; en passant dans les poumons, il perd, par évaporation, ceux de ces poisons qui sont volatils, il se dépouille de l'acide carbonique, ce produit essentiel de combustion et il se charge de nouvelles provisions d'oxygène qu'il retournera distribuer à chacune de nos unités cellulaires.

Ce simple énoncé du rôle du sang suffit à montrer combien il est important que le sang soit animé d'un mouvement aussi continu que sont continus eux-mêmes les phénomènes moléculaires qui constituent la vie.

Parti du ventricule gauche du cœur, qui le lance dans l'aorte, sous une pression représentée par une colonne de mercure haute de 180 millimètres, ce qui égale le quart de la pression atmosphérique, et, avec une rapidité de 40 centimètres par seconde, le sang artériel, c'est-à-dire le sang d'un rouge vermeil, riche en oxygène, parcourt rapidement les grosses artères; mais, au fur et à mesure qu'il pénètre dans des vaisseaux plus petits, sa course se ralentit à cause des frottements contre les parois de vaisseaux à lumière de plus en plus réduite et, suivant Mathias Duval, sa vitesse de progression dans les capillaires n'est plus que d'un millimètre par seconde.

L'appareil dans lequel le sang est soumis à cette translation ininterrompue est constitué par un organe central, le cœur, par les artères, les veines et les vaisseaux capillaires. Le cœur est logé dans la cavité thoracique, dont il occupe la partie moyenne, arrivant en contact avec la paroi antérieure du thorax par sa pointe, dont on perçoit le choc un peu en dedans du mamelon gauche, dans le cinquième espace

intercostal. Le cœur est un muscle creux, très puissant, de forme globuleuse, qui se divise en deux portions nommées cœur droit et cœur gauche. Chaque portion renferme deux cavités communiquant entre elles : l'oreillette et le ventricule ; celui-ci se trouvant en dessous de celle-là. L'orifice qui fait communiquer l'oreillette droite avec le ventricule droit peut se fermer, grâce à la présence d'une valvule nommée valvule tricuspide. L'orifice correspondant du cœur gauche peut s'oblitérer par le jeu de la valvule mitrale.

Dans l'oreillette droite, s'abouchent la veine cave supérieure et la veine cave inférieure. Le ventricule droit s'ouvre dans l'artère pulmonaire par un orifice qui peut se fermer par l'accolement des trois valvules sigmoïdes dont il est muni. L'oreillette gauche, par quatre ouvertures, communique avec les veines pulmonaires. Le ventricule gauche présente un orifice de communication avec l'aorte; cet orifice, lui aussi, est muni de trois valvules sigmoïdes qui l'oblitèrent par leur accolement.

Les artères, dont la première en volume et en importance est l'aorte, sont des tubes plus ou moins gros, à parois épaisses, élastiques, et renfermant des fibres musculaires qui leur permettent de se contracter.

Les veines sont aussi des tubes plus ou

moins gros, mais à parois bien plus minces, élastiques et renfermant très peu de fibres musculaires contractiles.

Les capillaires sont des tubes extrêmement ténus, à parois d'une minceur extrême, munies néanmoins d'éléments contractiles.

Le sang, complètement modifié par son passage à travers les capillaires et son contact intime avec les tissus, devenu rouge sombre, ayant perdu son oxygène, s'étant chargé d'acide carbonique, du sang veineux en d'autres termes, passe dans les veines et revient, par elles, dans l'oreillette droite qui, en se contractant, le déverse dans le ventricule droit, vide. Celui-ci, ainsi rempli, se contracte à son tour sur la masse de sang qu'il vient de recevoir, pour la chasser hors de lui; le sang, sous pression, referme l'orifice auriculo-ventriculaire qui lui devient ainsi infranchissable et, surmontant la résistance que lui offrent les valvules sigmoïdes de l'artère pulmonaire, les écarte et se précipite dans ce vaisseau, s'y mêlant au sang qui y était déjà contenu. Le sang, arrivant de vive force dans l'artère pulmonaire, refluerait vers le ventricule droit si l'orifice de cette artère restait béant quand le ventricule cesse de se contracter, mais les valvules sigmoïdes, qui s'accolent immédiatement après avoir livré passage au sang, parce qu'elles sont maintenant soumises du côté du

ventricule droit à une poussée moins forte que celle qui s'exerce sur elles de l'autre côté, empêchent ce reflux par l'oblitération de l'orifice et le sang est forcé de continuer sa course en s'éloignant du cœur et en parcourant les vaisseaux artériels qui l'amènent aux capillaires des poumons, où il se débarrasse de l'acide carbonique et autres poisons volatils et se charge de nouveau d'oxygène. Le sang, ainsi artérialisé, redevenu vermeil, est repris par les veines pulmonaires, qui le ramènent dans l'oreillette gauche. Celle-ci, en se contractant, le projette dans le ventricule gauche relâché et vide. Bientôt le ventricule gauche lui-même se contracte de nouveau, la pression qu'il exerce sur le sang, supérieure à la pression à laquelle est soumis le sang dans l'aorte, a pour premier effet de fermer l'orifice auriculo-ventriculaire par le jeu de soupape de la valvule mitrale et pour effet subséquent d'entr'ouvrir l'orifice de l'aorte par l'écartement de ses valvules sigmoïdes et d'y lancer une nouvelle ondée sanguine, dont le reflux dans le ventricule gauche sera, lui aussi, empêché par le jeu de soupape des valvules sigmoïdes, qui oblitèrent l'orifice aortique aussitôt que le flot de sang l'a franchi. Le jeu des soupapes s'explique très facilement si l'on réfléchit à ce fait qu'elles ne peuvent s'écarter pour livrer passage au sang que dans

la direction indiquée, leur mouvement en sens inverse ayant pour résultat de refermer aussitôt l'orifice dont elles sont en quelque sorte les portes.

Les contractions des poches du cœur s'appellent systoles; leur relâchement, diastole. Il y a environ 70 contractions globales du cœur par minute. Quant à la nature intime de ces contractions, à la cause qui les détermine, elle paraît résider dans une propriété particulière, propre à la fibre musculaire, qui entre dans la composition du cœur (Viault et Jolyet). Mais le système nerveux a sur tout l'appareil circulatoire et sur le cœur spécialement, une action extrêmement importante, sans le concours de laquelle cette merveilleuse machine mécanique et tout le système qu'elle commande, seraient bien vite détraqués.

Nous verrons, plus tard, que la contraction du ventricule gauche ne pourrait pas fournir, à elle seule, l'impulsion nécessaire pour faire franchir au sang la distance vasculaire considérable qui sépare ce ventricule de l'oreillette droite, à laquelle il revient, que d'autres forces interviennent pour l'aider dans cette tâche. Mais son effort est la cause principale, de beaucoup la plus importante, pour permettre au sang de franchir cette étape qu'on appelle grande circulation ou circulation générale. La contraction

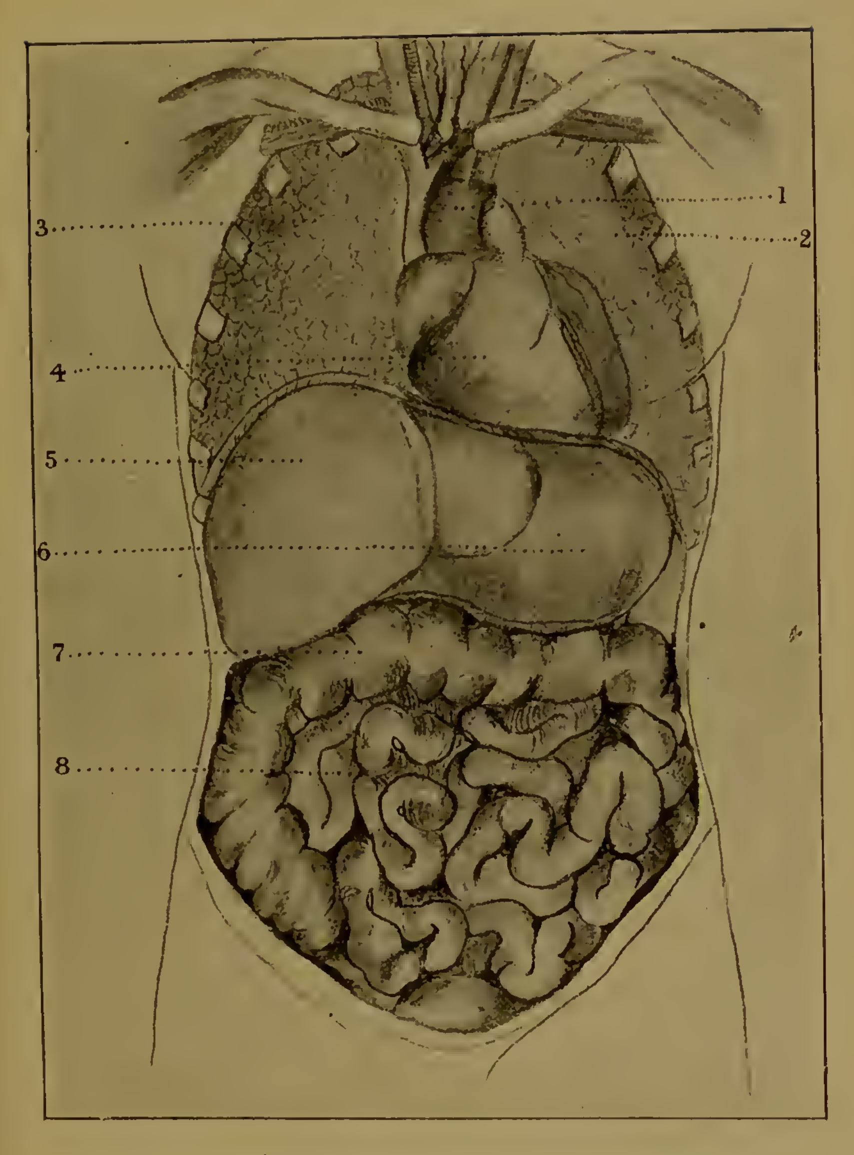


Fig. 14. — *Viscères des cavités thoracique et abdominale.* — 1. Crosse de l'aorte. 2, 3. Poumons. 4. Cœur. 5. Foie. 6. Estomac. 7. Gros intestin. 8. Intestin grêle.

du ventricule droit fait franchir au sang une seconde étape, le passage à travers les poumons : c'est ce qu'on nomme la petite circulation ou circulation pulmonaire.

Tous les plus gros vaisseaux du corps (artères et veines) sont contenus dans la cavité thoracique et dans la cavité abdominale où ils sont profondément abrités contre les agents vulnérants extérieurs.

Appareil et fonction de la digestion.

L'appareil digestif se compose d'un long tube dont le diamètre varie suivant l'endroit où on le considère. On le divise en : bouche, pharynx, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, rectum et anus. Dans ce tube se déversent les sécrétions d'une infinité de glandes, dont les unes sont incluses dans sa paroi, dont les autres forment des masses plus ou moins volumineuses, reliées à lui par leur canal excréteur.

Dans la bouche, les aliments, par le travail de la mastication, sont finement divisés et imprégnés du suc salivaire et tranformés en une masse molle, appelée bol alimentaire, qui est bientôt déglutie et passe, par l'œsophage, dans l'estomac. Là, les aliments qui ont déjà subi l'action du suc salivaire, c'est-à-dire une faible transformation des féculents en sucre saccharose, subissent l'attaque des liquides et ferments de l'estomac, qui n'est, en somme, qu'un élargissement, une sorte de diverticulum du tube digestif. Ils y séjournent un certain temps, livrant aux vaisseaux sanguins de sa paroi et aux vaisseaux chylifères le peu de peptones qui s'y sont formées, aux dépens des substances albuminoïdes. Dès qu'ils sont dans

l'intestin grêle, le suc pancréatique (sécrété par le pancréas, une glande annexe de l'intestin) les attaque, transformant, lui aussi, des matières albuminoïdes en peptones et les féculents en dextrine et maltose, tandis que les graisses deviennent des acides gras, aussitôt saponifiés, et de la glycérine.

A son tour, le suc intestinal entre en action et produit ses effets, assez mal définis d'ailleurs. Les résidus du bol alimentaire (et ils sont nombreux, une bonne partie de ce que nous mangeons n'étant pas modifiée par les sucs digestifs) progressent à travers le gros intestin où ils subissent la fermentation putride, pour être enfin évacués par l'anus, sous forme d'excréments.

L'œsophage est contenu dans la cavité thoracique ; toute la partie inférieure du tube digestif, à partir de l'estomac, est logée dans la cavité abdominale.

Un système circulatoire veineux spécial, appelé Système de la Veine Porte, mérite une mention spéciale, parce qu'il a une grande importance au point de vue de la digestion et de la circulation. Toutes les veines de l'estomac, de l'intestin grêle et du gros intestin, aboutissent à une grosse veine nommée Veine Porte qui, pendant le travail de la digestion, est gorgée du sang riche en matériaux nutritifs

apportés du tube digestif. Ce sang est conduit par elle dans le tissu du foie, où il subit une élaboration en rapport avec la fonction complexe de cet organe; puis il est versé dans la veine cave, où il rentre dans le système circulatoire commun. Une autre partie des produits de la digestion est recueillie par les vaisseaux chylifères qui la conduisent dans le canal thoracique et, de là, dans la veine sous-clavière gauche.

Le bol alimentaire, puis le bol fécal, progressent à travers le tube digestif grâce aux contractions, dites péristaltiques, des fibres musculaires contenues dans la paroi de tout ce tube. Ces mouvements, tout comme la sécrétion des produits glandulaires nécessaires pour que les aliments subissent les transformations qui les rendent assimilables à nos tissus, sont sous la dépendance immédiate du système nerveux.

Dépuration organique.

Il a été dit précédemment que les échanges nutritifs dont notre organisme est le siège s'accompagnent de la formation de produits toxiques dont l'élimination s'impose. Les poisons volatils, qu'ils soient les principes carboniques complètement brûlés, ou des poisons accidentellement contenus dans l'organisme, comme l'éther, le chloroforme, l'acétone, l'alcool, l'hydrogène sulfuré, les principes odorants de l'ail, du musc, etc., sortent du corps par les poumons, dans lesquels ils viennent s'évaporer.

Les reins, de leur côté, sont chargés d'éliminer les matières azotées incomplètement oxydées. Pour accomplir cette fonction, il est nécessaire qu'ils soient en contact avec une quantité de sang considérable. Aussi, sous un petit volume, les reins qui sont au nombre de deux, contenus dans la cavité abdominale, à droite et à gauche de la colonne vertébrale, ont-ils une surface active extrêmement étendue, grâce aux replis, aux anses innombrables des canalicules qui constituent leur substance propre et qui reçoivent une très riche vascularisation sanguine. Les cellules spéciales dont sont tapissés leurs canalicules jouissent de la

propriété de laisser passer certains corps, très nombreux d'ailleurs, appartenant soit à la chimie minérale soit à la chimie organique, et de les expulser dissous dans le liquide qu'elles sécrètent, c'est-à-dire l'urine. Parmi ces produits ainsi contenus dans l'urine, citons les phosphates et les sulfates alcalins, les chlorures, l'urée, l'acide urique, la xanthine, la créatine et la créatinine, l'acide hippurique, etc.

L'urine est collectée par deux canaux, nommés uretères, qui la conduisent des reins dans la vessie, où elle séjourne un certain temps, jusqu'à ce que son volume provoque la nécessité de la miction, c'est-à-dire, sa sortie définitive du corps.

Le foie, cette glande énorme contenue dans la partie supérieure de la cavité abdominale, joue, elle aussi, un rôle dépuratif; car si son produit de sécrétion, la bile, est, pour une cause ou l'autre, retenu dans l'organisme, il l'empoisonne, comme on le constate, par exemple, chez des personnes atteintes de la jaunisse. Il sert à expulser la mucine, les pigments biliaires, la cholestérine et des acides biliaires.

La peau, enfin, exerce une action dépurative : ses glandes sudoripares, qui donnent la sueur, et ses glandes sébacées, sécrétant la matière grasse qui imprègne la peau, sont des

organes éliminateurs de produits toxiques ou inutiles. La sueur sert à déshydrater le sang, à lui enlever son excès d'eau, à éliminer des alcalis, des acides gras volatils, de l'acide carbonique et, comme les reins, de l'urée et des sels.

Quant aux glandes sébacées, elles laissent sortir de l'organisme des corps gras, de la cholestérine, des sels, etc.

Il nous reste à signaler, en tant que organes glandulaires, le corps thyroïde, qui se trouve au cou, devant la partie inférieure du larynx, les capsules surrénales qui coiffent le pôle supérieur des reins, la rate, qui occupe la partie supérieure gauche de la cavité abdominale.

Les glandes ont sur la nutrition une action bien manifeste, car si on les extirpe, l'homme ne tarde pas à succomber; leurs fonctions sont, à l'heure actuelle, incomplètement déterminées et nous n'avons pas à nous en occuper ici.

Calorification.

Les réactions chimiques qui s'opèrent dans nos tissus, pour les besoins de leur nutrition et du travail qu'ils doivent fournir, s'accompagnent de la production de chaleur. D'autre part, le corps de l'homme est soumis à des déperditions de chaleur, par rayonnement, conductibilité, évaporation des liquides à sa surface.

La température est la résultante de ces deux phénomènes, et, comme elle est sensiblement constante, variant entre 36°, 5 et 37°, 2, dans les conditions normales, il faut que la chaleur produite soit égale à la chaleur perdue.

Ce n'est pas que certaines conditions physiques extérieures ne la puissent faire varier : ainsi, le séjour dans une atmosphère chauffée et saturée de vapeur d'eau pourra la faire monter ; le séjour un peu prolongé dans un bain froid, la faire descendre ; mais les variations de température ne pourraient être considérables sans compromettre gravement l'existence de l'homme. De même, certaines causes internes, physiologiques d'ailleurs, ont, sur la température, une influence modificatrice ; tel est, par exemple et surtout, l'exercice musculaire, qui est une des plus puissantes causes de calorification ; après un exercice violent et pro-

longé, la température peut monter à plus d'un degré au-dessus de la normale.

C'est grâce à l'action régulatrice du système nerveux que s'établit l'équilibre entre la production de calorique du corps variable et les causes extérieures de déperdition de ce calorique, également variables. Le système nerveux a une action directe sur les processus chimiques, qu'il rend plus actifs ou qu'il ralentit, suivant qu'il excite le fonctionnement des cellules ou qu'il l'entrave; de plus, il a une action indirecte sur l'élimination de la chaleur par la vaso-dilatation ou la vaso-constriction des vaisseaux de la peau, qui laissent ainsi passer plus ou moins de sang sous l'épiderme; plus la masse de sang portée à la surface du corps, et par conséquent plus exposée à se refroidir, est considérable, plus le corps tend à voir sa température s'abaisser, et vice-versa. La réaction naturelle qui nous fait respirer par la bouche quand nous nous échauffons par un travail musculaire énergique, comme la course, est un phénomène du même ordre : l'air qui pénètre dans les poumons dans la respiration buccale est plus froid que celui qui provient de la respiration nasale et, par conséquent, permet, plus que le second, le refroidissement de la masse sanguine avec laquelle il est mis en contact dans le parenchyme pulmonaire.

Système nerveux.

Il se divise en système nerveux cérébro-spinal et système nerveux sympathique, qui sont reliés l'un à l'autre par des faisceaux de fibres nommés rameaux communicants. Le premier comprend : 1° l'axe cérébro-spinal, c'est-à-dire le cerveau, le cervelet, la protubérance annulaire, la moelle allongée, contenus dans la cavité cranienne et constituant l'encéphale, puis la moelle épinière, contenue dans le canal rachidien.

2° Les nerfs périphériques : 12 paires de nerfs craniens provenant de l'encéphale et 31 paires de nerfs rachidiens, provenant de la moelle épinière. Ces nerfs périphériques se distribuent symétriquement aux deux moitiés du corps et servent à établir des relations directes entre l'axe cérébro-spinal et tous les organes et tissus de l'organisme.

Les nerfs rachidiens, ou spinaux, sont formés par la réunion de fibres motrices qui émergent de la partie antérieure de la moelle épinière (racine antérieure des nerfs spinaux) et de fibres sensitives, qui sortent de la partie postérieure de la moelle (racine postérieure des nerfs spinaux). Les racines postérieures présentent un renflement nommé ganglion spinal, formé



Fig. 15. — *L'axe cérébro-spinal* (d'après Bourgery (Schvialbe).

essentiellement de cellules nerveuses. Les troncs communs qui résultent de la réunion des racines antérieures et des racines postérieures sortent du canal rachidien par les trous de conjugaison, que laissent entre elles les vertèbres, en se superposant.

La plupart des nerfs cérébraux ont, eux aussi, un renflement ganglionnaire, tout comme les nerfs spinaux.

Le système nerveux sympathique comprend :

1° Une partie centrale, nommée chaîne ganglionnaire, constituée par des ganglions que relient entre eux des faisceaux de fibres nerveuses ;

2° Une partie périphérique, des nerfs, qui émergeant de la chaîne ganglionnaire, se rendent dans les viscères et dans la paroi des vaisseaux.

Outre certaines cellules de revêtement et certaines cellules de soutien, le système nerveux est constitué par des fibres et des cellules nerveuses ; fibres et cellules sont d'ailleurs inséparables, les premières n'étant que le prolongement des secondes. Les fibres servent à la conduction de l'influx nerveux, qu'il soit centripète, comme dans les fibres sensitives ou qu'il soit centrifuge, comme dans les fibres motrices ; qu'il apporte aux cellules nerveuses les impressions du monde extérieur ou qu'il

apporte aux éléments constitutifs des différents tissus l'excitation que leur envoient les cellules nerveuses pour leur faire déployer leur activité propre.

Les nerfs sont formés par un faisceau de fibres. Quant aux centres nerveux, ils renferment à la fois des fibres et des cellules nerveuses. La prédominance des fibres à certains endroits des centres nerveux leur donne un aspect plus blanc qu'à ceux où les cellules nerveuses sont l'élément dominant; de là, la division en substance blanche et en substance grise.

« Il n'existe pas dans l'organisme tout entier, une seule fibre nerveuse qui ne provienne d'une cellule nerveuse : car toute fibre nerveuse possède un cylindre-axe et tout cylindre-axe représente le prolongement d'une cellule nerveuse » (Van Gehuchten). Fibre et cellule nerveuse ne sont que les deux parties constitutives de l'unité nerveuse proprement dite : le neurone, c'est-à-dire, la cellule nerveuse avec tous ses prolongements.

« Les prolongements de la cellule nerveuse qui lui donnent, au point de vue morphologique, ses caractères distinctifs, sont de deux ordres : prolongements protoplasmatiques, une sorte d'expansion du corps cellulaire ne paraissant avoir d'autre but que d'agrandir sa surface pour

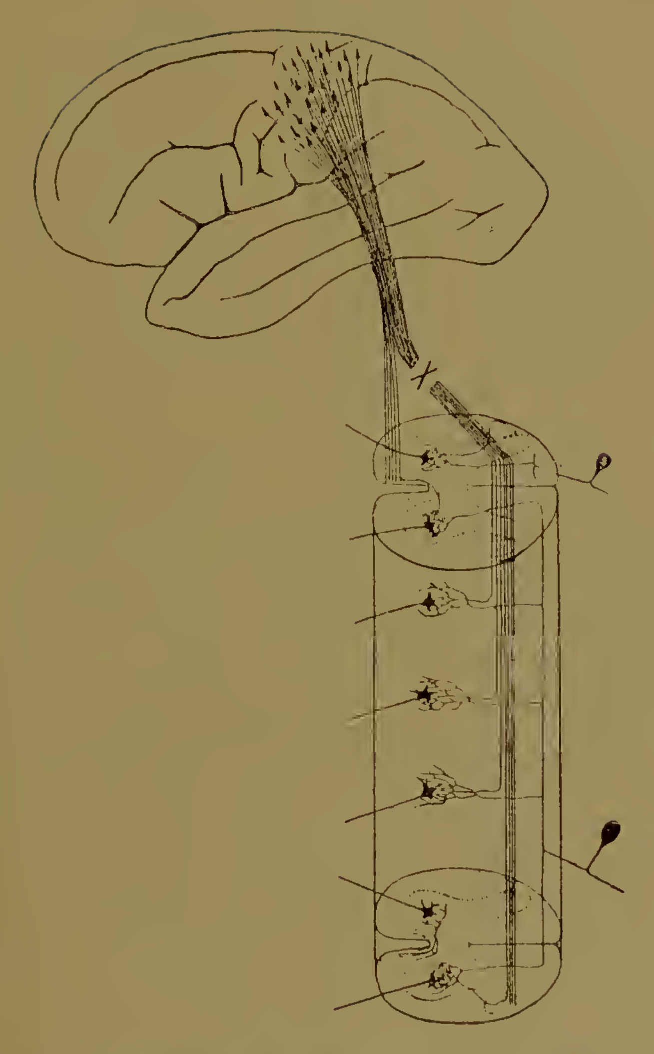


Fig. 16. — *Rapports des neurones entre eux dans l'axe cérébro-spinal* (d'après Van Gehuchten).

faciliter et multiplier en quelque sorte les contacts avec d'autres neurones » (idem) ; prolongements cylindraxiles, qui sont les voies de transport de l'influx nerveux.

Les neurones ont entre eux les rapports les plus intimes : soit par les houppes terminales de leurs prolongements cylindraxiles, soit par les houppes des branches collatérales que ceux-ci portent, ils se mettent en contact avec le corps cellulaire d'autres neurones.

Ils se mettent en contact sans cesser de constituer chacun une entité distincte, car leur substance ne va jamais jusqu'à la soudure, à la continuité de l'un dans l'autre.

Il y a des neurones moteurs et des neurones sensitifs : les premiers ont leur corps cellulaire dans la substance grise de la moelle épinière et le bout périphérique de leur cylindre-axe aboutit à une fibre musculaire sur laquelle il s'étale et forme ce qu'on nomme une plaque motrice (le sens de la conduction est, ici, cellulifuge) ; les seconds ont leur corps cellulaire dans un ganglion spinal, le bout périphérique de leur prolongement protoplasmatique se divise en branches qui s'insinuent entre les cellules épithéliales de l'épiderme, y recueillent « les excitations périphériques et les transmettent à la cellule d'origine. Dans ce cas, le prolongement protoplasmatique possède une conduction cel-

lulipète. Les fibres des racines postérieures représentent les prolongements cylindraxiles des cellules des ganglions spinaux. Elles reçoivent l'ébranlement de leurs cellules d'origine et le transmettent dans la moelle aux cellules nerveuses avec lesquelles elles arrivent en contact. Ici encore le prolongement cylindraxile possède la conduction cellulifuge » (Van Gehuchten).

« La partie protoplasmatique d'un seul neurone peut être en connexion avec plusieurs ramifications cylindraxiles appartenant à des types différents et en même temps à des neurones différents » (idem). Les neurones sensitifs et moteurs que nous venons de signaler sont appelés périphériques par opposition à d'autres neurones, également sensitifs et moteurs, appelés centraux, parce que leurs éléments constitutifs, fibres et cellules, sont contenus en totalité dans l'axe cérébro-spinal. Les neurones périphériques sont entre eux en rapport intime tout comme les neurones centraux, et les deux catégories de neurones sont également reliées entre elles. « Le schéma le plus simple que l'on pourrait construire de tout le système nerveux cérébro-spinal serait, dit Van Gehuchten, formé d'éléments nerveux superposés; tout élément sensitif ayant un prolongement cylindraxile ascendant ou centripète et tout élément moteur un prolongement

cylindraxile descendant ou centrifuge. Le contact entre éléments superposés se fait naturellement entre les ramifications cylindraxiles terminales d'un neurone, les ramifications protoplasmatiques et le corps cellulaire d'un autre neurone. Ces éléments superposés reliant l'écorce cérébrale (ou couche corticale grise) avec les organes périphériques, soit par voie centripète, soit par voie centrifuge, constituent par leur ensemble ce qu'on appelle les « voies longues ». Ce schéma se complique alors, d'une façon presque inextricable, par l'adjonction de « voies courtes », c'est-à-dire d'éléments nerveux qui ne sortent pas de l'axe cérébro-spinal, dont la cellule d'origine et les prolongements protoplasmatiques sont placés à tous les niveaux de la substance grise et dont le prolongement cylindraxile, relativement court, se termine dans la substance grise à une distance variable de la cellule d'origine. Ce prolongement cylindraxile est tantôt ascendant, tantôt descendant ; le plus souvent même, il se bifurque en donnant un cylindraxe ascendant et un cylindraxe descendant. »

« Il est impossible de dire si ces éléments des voies courtes sont des neurones moteurs ou des neurones sensitifs. Ce sont peut-être des « neurones mixtes », des « neurones neutres », ayant pour fonction de relier entre eux, soit

des éléments moteurs, soit des éléments sensitifs, ou bien de relier des éléments moteurs à des éléments sensitifs et de répartir sur une étendue un peu plus considérable l'ébranlement recueilli par leurs prolongements protoplasmatiques. »

« Les prolongements cylindraxiles de ces neurones neutres constituent les « fibres commissurales, soit des « fibres commissurales longitudinales » qui existent en nombre incalculable dans la moelle épinière, la moelle allongée, la protubérance annulaire et le cerveau moyen ; soit des « fibres commissurales transversales », qui forment une partie notable de la substance blanche du cervelet et du cerveau terminal » (ou cerveau proprement dit). La façon la plus simple dont les neurones réagissent les uns sur les autres est constituée par les actes réflexes : dans ce cas, l'excitation, venue du dehors, remonte le long de la fibre sensitive jusqu'à la cellule d'origine d'un ganglion spinal, continue sa marche le long du prolongement cylindraxile de cette cellule, pour aboutir au corps cellulaire d'un neurone moteur, où elle se modifie, pour repartir, transportée par le cylindre-axe de ce second neurone, jusqu'à l'élément musculaire, qu'elle fait entrer en contraction. Mais à cause même des rapports multiples et variés que nous avons vus exister

entre les différents étages de neurones qui constituent l'axe cérébro-spinal, on comprend que l'excitation, partie d'un neurone sensitif périphérique, au lieu de se transmettre à un neurone moteur voisin, puisse progresser de neurone en neurone, d'étage en étage, jusqu'à arriver à l'écorce cérébrale et y provoquer une réaction immédiate, ou y accumuler de l'énergie qui pourra être dépensée plus tard.

Les actes qui résultent ainsi d'enchaînements réactionnels de plus en plus riches de neurones deviennent naturellement de plus en plus complexes et ils forment une véritable échelle, au bas de laquelle se trouvent les réflexes et au sommet, les actes de la vie consciente. Ces derniers résultent de l'intervention indispensable des cellules de la couche corticale grise des hémisphères cérébraux.

Aux différents étages de l'axe cérébro-spinal, les cellules sont groupées pour une communauté d'actions : ces groupes portent le nom de centres. Tout le monde sait par exemple que le centre de la parole se trouve dans le pied de la troisième circonvolution frontale ou circonvolution de Broca : le malade dont cette circonvolution est détruite a perdu la faculté de parler, c'est-à-dire la mémoire des associations musculaires nécessaires pour articuler les mots : il peut entendre cependant, comprendre, lire,

écrire ; aucun des muscles qu'il faudrait mouvoir pour prononcer un mot n'est paralysé, il s'en sert pour d'autres usages, il meut parfaitement sa langue, ses lèvres, son larynx ; seule, l'articulation des sons par la coordination spéciale de mouvements, qui s'appelle la parole, lui est interdite.

Le système cérébro-spinal est un assemblage de centres qui ont chacun leur fonction bien déterminée, qui sont reliés entre eux et peuvent exercer les uns sur les autres les actions les plus diverses.

La moelle épinière est constituée en grande partie par des fibres centrifuges ou centripètes qui relient les masses cérébrales aux neurones qui servent d'intermédiaires à ces masses, soit pour leur porter les impressions venues du dehors, soit pour transmettre leurs excitations à la périphérie ; elle est donc évidemment un canal conducteur de l'influx nerveux.

En outre, la substance grise de la moelle renferme des cellules nerveuses qui sont un des trois éléments nécessaires pour la production des réflexes ; les deux autres éléments sont, comme nous l'avons vu, le nerf sensitif et le nerf moteur. Les mouvements réflexes sont caractérisés par le fait qu'ils se produisent indépendamment de notre volonté, dès qu'une excitation a atteint le nerf sensitif qui fait

partie de leur « arc » ; mouvements essentiellement automatiques, comme l'occlusion de la paupière, dès qu'on touche à la conjonctive.

Enfin la moelle renferme des groupements cellulaires, véritables centres moteurs destinés à faire entrer en contraction des groupes musculaires déterminés ou des muscles isolés. Ces centres ont été mis en relief pendant ces derniers temps, notamment par Van Gehuchten, Nelis, Sano, etc. Nous verrons, dans un prochain chapitre, l'importance considérable que ces centres ont dans l'éducation de nos mouvements.

Quoi qu'il en soit, disons donc que la moelle épinière est à la fois une voie conductrice, la réunion de centres réflexes et l'association de centres neuro-moteurs.

La moelle allongée, en tant que continuation de la moelle épinière, doit avoir des actions analogues.

Elle est aussi organe de conduction nerveuse ; c'est à son niveau que s'entrecroisent les fibres motrices des faisceaux pyramidaux agissant sur les muscles du tronc et des membres, tandis que celles qui agissent sur la face s'entrecroisent plus haut au niveau de la protubérance annulaire.

Elle est surtout le siège de très nombreux centres réflexes, de mouvements spéciaux

coordonnés, de divers centres automatiques, de centres sécrétoires et de centres coordinateurs de tous les mouvements du corps et enfin des centres convulsifs (Viault et Jolyet). Il n'est guère de fonction de l'organisme sur laquelle elle n'ait d'action : citons son centre d'action frénatrice et accélératrice du cœur, son centre de la respiration ou nœud vital, son centre vaso-moteur général, tenant sous sa dépendance tous les autres centres vaso-moteurs, y compris ceux de la moelle, son centre de coordination de tous les mouvements réflexes de locomotion, etc., etc.

Le cervelet, qui se loge dans la partie postérieure et inférieure du crâne, a, lui aussi, des voies multiples de conduction nerveuses, mais sa fonction principale est le maintien de notre équilibre pour l'exécution de laquelle il est porteur d'un centre spécial; il a d'autres centres encore, notamment un pour la coordination des mouvements, un autre pour l'expression instinctive (non consciente) des émotions.

Les parties qui relient la moelle allongée aux parties les plus élevées du cerveau sont la protubérance annulaire, les pédoncules cérébelleux et les pédoncules cérébraux : elles ont quelques centres particuliers et continuent la grande voie de conduction des fibres venant des hémisphères cérébraux et du cervelet.



Fig. 17. — *Plexus brachial* (d'après Van Gehuchten). — (Exemple de distribution des nerfs aux muscles).

Les couches optiques, grands noyaux gris situés dans la partie centrale des hémisphères cérébraux, jouent un rôle essentiel dans l'élaboration des perceptions visuelles ; ils renferment des centres pour l'organisation de certains mouvements et des centres d'actes réflexes très compliqués inconscients.

La couche corticale ou superficielle des hémisphères cérébraux, outre qu'elle renferme, comme cela a été dit plus haut, de nombreuses fibres commissurales reliant entre eux ses différents éléments cellulaires, est l'aboutissement terminal des fibres sensitives et la station de départ des fibres motrices.

Elle se divise en deux zones :

1° La zone des centres de projection, ou les sphères sensorielles, qui comprennent : la sphère tactile, où arrivent toutes les impressions de sensibilité générale, recueillies par les nerfs sensitifs périphériques, la sphère olfactive, la sphère visuelle et la sphère auditive, qui sont, chacune, le point terminus des impressions spéciales recueillies par les trois sens correspondants. Cette zone n'est pas seulement sensitive, elle est aussi motrice ; c'est elle qui tient sous sa dépendance les muscles qui réalisent les mouvements des membres, de la face, de la langue, de la tête et des yeux; elle est donc sensitivo-motrice; elle est, pour

ainsi dire, la réunion des centres nerveux pour les réflexes d'origine corticale.

2° La zone des centres d'association, qui comprend trois centres distincts : le grand centre d'association postérieur, le centre d'association moyen et le centre d'association antérieur.

La première occupe le tiers de la surface totale des hémisphères cérébraux, la seconde occupe les deux autres tiers de cette surface. Tandis que des fibres relient aux centres inférieurs du névraxe la zone des centres de projection, la zone des centres d'association est complètement indépendante des masses grises inférieures. Les centres d'association ne sont reliés qu'avec les centres de projection ; ils le sont, d'ailleurs, par d'innombrables fibres centripètes et centrifuges : fibres centripètes, qui leur amènent, pour les y faire enregistrer, les sensations perçues par . les centres de projection ; fibres centrifuges, qui portent à ceux-ci l'action inhibitive partie de ceux-là.

C'est dans les centres d'association que les sensations présentes et passées sont comparées entre elles, que s'exécutent les actes de la vie psychique. Les centres de projection président aux actes de la vie animale par lesquels l'organisme tend à assouvir tous ses besoins corporels. Les centres d'association sont les régulateurs

de la vie intellectuelle et morale; aussi les nomme-t-on centres intellectuels, organes de la pensée (Flechsig).

Ces données sur les centres de l'axe cérébro-spinal, sur les multiples combinaisons d'actions qu'ils peuvent réaliser, grâce à la richesse de leurs moyens d'union, trouveront plus loin leur application, quand nous étudierons l'éducation des mouvements.

Mécanique des mouvements.

Les agents actifs de nos mouvements sont les muscles. Leur propriété caractéristique est la faculté qu'ils ont de se contracter. La contraction d'un muscle résulte du raccourcissement simultané de ses fibres constitutives, dû à ce que, sous l'influence de l'excitation même du système nerveux, dont nous avons parlé précédemment, tous les diamètres d'une section de cette fibre s'allongent tandis que l'axe de la fibre se raccourcit.

Le renflement localisé ainsi produit se déplace le long de la fibre musculaire s'avançant de proche en proche avec une rapidité de 4 mètres à la seconde. Le volume de la fibre musculaire n'est pas modifié pour la cause, sa forme seule est changée et l'effet utilisé est son raccourcissement.

Suivant la direction qu'ont les différentes fibres musculaires, les unes par rapport aux autres, l'effet mécanique du muscle constitué par leur réunion est très variable. On comprend sans peine que si toutes les fibres d'un muscle sont parallèles, leur action s'additionnera purement et simplement. Mais si ces fibres ont entre elles une certaine obliquité, les composantes parallèles à la ligne réunissant les points

d'insertion du muscle auront, seules, un effet utile : la tendance à rapprocher les points d'insertion; les autres composantes représenteront une certaine déperdition de la force déployée.

Il y a, dans le corps humain, des muscles très divers au point de vue de l'agencement de leurs fibres. Dans tel muscle, elles seront parallèles ; dans d'autres, parallèles, mais avec interposition de zones tendineuses transversales séparant les masses charnues, comme si l'on avait plusieurs muscles mis bout à bout ; dans d'autres, obliques, s'accolant à une zone tendineuse longitudinale comme des plumes sur une aile; dans d'autres encore, divergentes, décrivant une sorte d'éventail. On les rencontre aussi partant d'un centre dans toutes les directions comme les rayons d'un cercle. Enfin leur réunion pourra former un anneau complet.

Dans ces deux derniers cas et, d'une façon générale, quand les muscles ne prennent pas point d'insertion sur des os ou des cartilages, le travail du muscle est directement utilisé : le diaphragme, en se contractant, perd sa forme de dôme, s'aplatit et ses parties centrales se rapprochent du plan de ses points d'insertion : il en résulte l'effet voulu, l'allongement du diamètre vertical de la cage thoracique. Les sphincters, ou anneaux musculaires, se resserrent par leur contraction et remplissent ainsi le rôle

occlusif qu'ils doivent remplir. Les muscles de la face n'ont pour but que de déplacer des parties molles qu'ils entraînent, sans autres conséquences mécaniques.

A part ces cas, tous les mouvements exécutés par nos muscles se réduisent à des jeux de bras de levier. Le levier, comme l'apprend la physique, est une barre rigide qui peut tourner autour d'un point d'appui fixe et en deux points de laquelle sont appliquées deux forces contraires : l'une appelée puissance et l'autre résistance. Si les moments des forces, c'est-à-dire le produit de l'intensité de la force par la longueur des bras de leviers, sont égaux, il y a neutralisation de leurs effets et le levier reste immobile, en équilibre. Mais si les moments des forces sont inégaux, un mouvement est imprimé au levier qui se déplace dans la direction de la force à moment le plus élevé. L'organisme humain renferme des leviers du premier et du troisième genre.

Un exemple de levier de premier genre est le maintien de l'équilibre de la tête sur l'articulation occipito-atloïdienne. Le point d'appui est dans l'articulation ; la résistance, centre de gravité de la tête, passe au devant de l'articulation de l'atlas avec l'occipital et tend à faire basculer la tête en avant ; mais ce mouvement est empêché par l'action des muscles de la nuque, qui sont la puissance.

Dans la flexion de l'avant-bras sur le bras, nous avons le jeu d'un levier du troisième genre. Le point d'appui est l'articulation du coude ; la puissance, l'action du muscle biceps, qui s'insère au radius, tout proche de l'articulation du coude, et la résistance est le poids de l'avant-bras dont le centre de gravité est plus éloigné du coude que l'insertion du biceps, bien entendu en supposant que l'on ait exécuté la flexion en partant de la position horizontale du membre supérieur.

Une chose frappe à l'instant, c'est que ces leviers du troisième genre exigent un déploiement de force plus considérable que ne l'exigeraient des leviers du deuxième et l'on conclurait qu'il y a gaspillage de force dans le corps humain, si l'on ne se rappelait d'autre part que, si l'on perd quelque chose en force, on le regagne en vitesse et en amplitude du mouvement, deux qualités qui ne sont pas moins précieuses que la force. L'amplitude et la vitesse du mouvement dépendent de la longueur du bras de levier déplacé.

Supposons deux personnes, l'une ayant les membres très longs, l'autre les ayant courts : la première contractant son biceps brachial fera décrire à sa main un arc de cercle plus grand que l'arc décrit par la main de la seconde personne contractant, elle aussi, son biceps

brachial ; de plus, si on suppose que la contraction des deux biceps a duré le même temps, le mouvement de la main de la première personne aura été plus rapide que celui de la main de la deuxième. En revanche, à force musculaire égale, le poids que soulèvera la première personne sera inférieur à celui que la seconde pourra soulever.

L'homme petit, trapu, aura plus de chance de devenir un phénomène à manier des poids lourds que l'homme long ; mais le second aura la chance de battre le premier à la course. Comme on le voit, il y a le pour et le contre et l'on aurait tort de conclure au gaspillage de force.

Plus la direction des fibres musculaires se rapproche de la perpendiculaire à l'axe du levier qu'elles doivent mobiliser, moins il y a de déperdition de force : la plus grande difficulté pour fléchir l'avant-bras (tout le membre supérieur étant en extension horizontale) et porter vers le haut un poids tenu dans la main se produit au moment où l'on commence la flexion, à cause de l'obliquité du biceps sur le radius, qui diminue au fur et à mesure qu'on se rapproche de la position du coude à angle droit. On trouve la raison de ce fait en appliquant le parallélogramme des forces à la direction de la force déployée par le biceps et en la

réduisant en ses composantes parallèle et perpendiculaire à l'axe de l'avant-bras : la parallèle a son. action neutralisée par la résistance opposée par l'humérus, la perpendiculaire seule est efficace.

L'énergie des mouvements est en rapport avec le volume des muscles ; la puissance d'une fibre musculaire représentant l'unité, le muscle sera capable d'un effort d'autant plus grand que le nombre des unités sera plus élevé, donc que le muscle sera plus volumineux. Mais ce serait une grave erreur de penser que la force dépend seulement de la grosseur des muscles. Nous connaissons tous la différence d'énergie dont nous disposons suivant que nous sommes bien portants ou malades, suivant que nous sommes calmes ou en colère, suivant que nous menons une vie régulière, nous soumettant aux prescriptions de l'hygiène ou que nous faisons des excès. Il y a rapport entre la vitalité de nos tissus et leurs capacités fonctionnelles. Et, dans le cas présent, il y a, en plus, rapport évident entre l'énergie dont nous faisons preuve et l'intensité dans les réactions nerveuses dont nous sommes capables.

Une autre condition essentielle pour l'utilisation maximale en force de nos contractions musculaires, c'est la solide fixation d'une des extrémités du muscle en action. Cela exige le

concours de toute une série d'autres muscles qui assurent l'immobilisation du point autour duquel le mouvement s'exécute. Ainsi, voulons-nous écrire, nous appuyons l'avant-bras et la main sur la table afin de donner de l'indépendance et de la précision aux mouvements des doigts ; si nous sommes obligés d'écrire à main levée, nous avons à réaliser un travail considérable et exigeant la mise en activité d'une foule de muscles, pour immobiliser la main sur l'avant- bras, l'avant-bras sur le bras et le bras sur le tronc.

Retournons un peu en arrière et disons encore un mot de la contraction de la fibre musculaire : « une excitation simple, s'irradiant à toutes les fibres, produit la secousse du muscle, c'est-à-dire son raccourcissement brusque, suivi du relâchement. Des excitations successives produisent des secousses séparées par des périodes de relâchement. Des excitations fréquentes, plus rapprochées, ne permettent pas au muscle de se relâcher complètement ; alors le muscle vibre et, si les excitations arrivent environ à la fréquence de 32 à la seconde, il y a fusion des secousses ; le muscle est en contraction statique permanente ». (Le chiffre 32 représente la rapidité de propagation de l'influx nerveux le long du nerf. Nous avons dit qu'elle atteint environ 30 m. à la seconde.)

« C'est ce qui se produit dans la contraction volontaire; le raccourcissement du muscle cesse avec l'excitation, l'intensité de la contraction dépend de l'intensité de l'excitation nerveuse et en subit toutes les variations. On conçoit ainsi l'influence du froid et de la fatigue, des passions, des dépressions morales et des poisons du système nerveux sur la force musculaire. »

Mais en plus, « le tissu musculaire est élastique; grâce à cette élasticité, qui augmente beaucoup pendant la contraction, les vibrations, dues aux secousses intermittentes, sont facilement fusionnées et l'extrémité du muscle est maintenue raccourcie sans trépidations dès que la fréquence des secousses est suffisante. Dans l'épuisement du système nerveux consécutif à la fatigue, on voit le muscle trembler, très probablement parce que les secousses ne sont pas assez répétées pour être fusionnées, le relâchement se produisant entre deux contractions successives. Ce qui se passe alors peut être imité par un faisceau en caoutchouc. Le faisceau augmente de tension élastique en y suspendant un poids ; on produit brusquement, au moyen d'une roue dentée, une série de petits raccourcissements, analogues aux secousses musculaires, qui le transmettent au poids et le soulèvent. Lorsque les allongements

sont peu fréquents, le poids oscille à chaque attaque d'une dent, mais si l'on imprime à la roue un mouvement assez rapide, le poids ne redescend plus, il demeure soulevé d'une hauteur constante. C'est une manière de représenter la fusion des secousses du muscle dans la contraction statique » (Demeny).

C'est le moment de faire remarquer, enfin, qu'un muscle ne se contracte jamais seul. Quand nous exécutons un mouvement, il y a toujours au moins la contraction concomitante d'un muscle antagoniste; dans un mouvement de flexion nous aurons évidemment la contraction d'un ou de plusieurs muscles fléchisseurs, mais nous aurons, en même temps, la contraction d'un ou plusieurs muscles extenseurs qui seront les antagonistes du fléchisseur.

L'action des muscles antagonistes est une action modératrice : supposons, pour prendre un exemple explicatif du phénomène, que le muscle biceps brachial se contracte seul sans que le triceps lui serve de modérateur : l'avant-bras sera entraîné dans un mouvement de flexion qui ne s'arrêtera que lorsque le bras aura été frappé par son segment de membre voisin, même si la contraction du biceps cessait avant l'arrivée de l'avant-bras à la flexion extrême; en effet, les lois de l'inertie veulent que le mouvement imprimé à un corps ne

s'arrête que lorsqu'une force de direction opposée vient équilibrer l'action de celle qui a engendré le mouvement. Grâce à la contraction concomitante des antagonistes, nos mouvements ont un frein naturel qui les empêche d'être désordonnés et de dépasser le but.

Quant à la direction du mouvement, elle est déterminée par la forme même des extrémités osseuses qui s'articulent entre elles. Le coude ne peut être le siège que de mouvements de flexion et d'extension, parce que l'extrémité inférieure de l'humérus constitue un axe de rotation perpendiculaire à l'axe du membre et parallèle au plan frontal. L'extrémité supérieure de l'humérus, au contraire, a une forme sphérique, donc est capable de se déplacer en tous sens. Cette règle générale n'est vraie, cependant, qu'à la condition que les surfaces articulaires, déterminantes de la direction des mouvements, soient bien fixées l'une contre l'autre, sinon il y aurait de la laxité fonctionnelle, correspondant à la laxité anatomique, et il en résulterait de l'imprécision dans la direction du mouvement et, par conséquent, de la perte de force.

Les extrémités articulaires sont maintenues en contact, d'abord, par le fait de la pression atmosphérique s'exerçant sur les cavités closes que forment les capsules synoviales, ainsi que

l'ont démontré les frères Weber : une articulation de cadavre dépouillée de toutes les parties molles qui l'entourent, mais à capsule synoviale intacte, garde ses os en contact ; si l'on permet, par un trou, pratiqué dans l'os ou dans la membrane, l'introduction de l'air, les os cessent de se toucher.

Une autre raison du maintien des os en contact réside dans la force d'adhésion : on sait, en effet, que l'attraction moléculaire s'exerce entre deux parties d'un même corps, d'abord séparées, puis rapprochées jusqu'au contact : c'est ce qui constitue la force d'adhésion. Une couche mince de synovie, existant entre les deux surfaces articulaires rapprochées, ne peut que favoriser l'adhésion, de même que, dans l'expérience classique qui sert à démontrer l'adhésion, les deux disques de verre adhèrent mieux lorsque l'on a interposé une gouttelette d'huile (Viaut et Jolyet). Cette influence du liquide est, vraisemblablement, due à la force de capillarité.

Enfin, l'ensemble des parties molles dans lesquelles l'articulation est enfouie, muscles, ligaments péri-articulaires et intra-articulaires, constitue un moyen d'assurer le contact des os, qui saute aux yeux.

Nos mouvements peuvent se classer en mouvements actifs, en mouvements passifs et

en mouvements de résistance. Les mouvements passifs sont ceux qui dépendent de l'action d'une force extérieure à nous : quelqu'un nous saisit le poignet et nous fait fléchir le coude, nous exécutons un mouvement passif. Si au contraire c'est nous-mêmes qui, contractant nos muscles, exécutons, sans intervention de force extérieure, les mêmes flexions et extensions du coude, nous faisons des mouvements actifs. Quant aux mouvements de résistance, ce sont ceux dans lesquels il y a combinaison de nos contractions musculaires et d'actions de forces extérieures agissant en sens inverse ; on les appelle aussi actifs-passifs ou passifs-actifs, suivant que notre contraction musculaire l'emporte en force motrice sur la résistance ou suivant que celle-ci est supérieure à celle-là.

On doit, dans les analyses de mouvements, tenir compte du travail mécanique que ces mouvements représentent ; trois facteurs interviennent dans ce problème : la distance parcourue, la rapidité avec laquelle elle a été parcourue et le poids de l'objet mis en mouvement. Si nous soulevons un poids de 10 kilos nous devons déployer un effort double de celui qui consisterait à soulever un poids de 5 kilos. Si nous soulevons un même poids à la hauteur d'un mètre et à la hauteur de 50 centimètres, le travail produit dans ces deux mouvements

sera encore une fois dans le rapport de 2 à 1. De même, notre effort musculaire sera plus intense si nous fournissons un travail déterminé en une seconde que si nous le fournissons en 2. Il y a enfin le travail musculaire statique, dans lequel il y a effort mais non mouvement; dans ce cas, la contraction musculaire s'utilise à équilibrer l'action d'une force extérieure. Ce travail entraîne même, d'après Chauveau, une dépense en travail physiologique, c'est-à-dire en combustions intimes, huit fois plus grande que celui qui s'accompagne de mouvement.

Appliquons ces données au travail d'un homme qui monte un escalier et qui le descend.

Dans la montée, la trajectoire de son centre de gravité est oblique, pouvant se décomposer en une direction horizontale, d'arrière en avant et en une direction verticale, de bas en haut. Pour exécuter le mouvement horizontal, la force à vaincre est la force d'inertie, ce sont nos contractions musculaires qui s'en chargent. Pour exécuter le mouvement vertical il y a en outre à vaincre la force de la pesanteur : ce sont encore nos muscles qui déploieront l'effort nécessaire pour cela. L'effort total sera donc la somme des forces musculaires développées pour exécuter les deux mouvements. Mais, en plus, le travail fourni pour arriver en haut de l'escalier sera fonction de la hauteur de cet escalier

et de la rapidité avec laquelle on en aura gravi les degrés.

Dans la descente, la trajectoire du centre de gravité est également oblique et décomposable en deux directions, l'une horizontale, d'arrière en avant et l'autre verticale, de haut en bas. Ces deux lignes de direction sont égales en longueur aux lignes de direction qui forment les composantes de la trajectoire parcourue par le centre de gravité du corps montant l'escalier. Le travail mécanique brutal accompli est donc le même, puisque le poids du corps est le même et si l'on suppose que la vitesse de la descente est égale à la vitesse de la montée. Tout le monde sait cependant qu'il est moins fatigant de descendre que de monter. Nous allons en effet trouver que, si le travail exécuté est égal, en réalité, ce n'est pas nous qui l'exécutons entièrement et que notre effort est moindre dans la descente que dans la montée. La force agissant dans le sens horizontal est la même et c'est nous qui la fournissons. Mais la force agissant dans le sens vertical est fournie par la pesanteur : le corps suspendu au-dessus du vide tombe sous l'action unique de son poids. Tout notre effort doit consister à ralentir sa course. Or nous savons que la vitesse de la chute des corps est en raison directe du carré des distances parcourues. Mais on ne peut considérer la

hauteur totale de l'escalier comme la distance sur laquelle il faut appliquer cette loi, car s'il en était ainsi, l'effort nécessité pour ralentir la chute du corps serait bien plus considérable dans les régions inférieures que dans les régions supérieures de l'escalier.

En réalité, nous nous arrêtons à chaque marche et nous repartons chaque fois d'une vitesse égale à o. Et notre effort se résume dans la force nécessaire pour empêcher le corps de parcourir trop rapidement la distance qui sépare deux marches, multipliée par le nombre de marches. Si la distance entre les deux marches est peu considérable, notre effort musculaire n'est pas non plus considérable, car notre corps ne peut y acquérir une force vive (le produit de la masse par le carré de la distance), difficile à neutraliser. Si la distance entre deux marches est plus notable, l'effort demandé à nos muscles croît proportionnellement. C'est ce que nous sentons d'ailleurs fort bien nous-mêmes : notre fatigue est bien moins grande à descendre un escalier à marches rapprochées qu'à en descendre un à marches verticalement très distantes. Dans la descente de l'escalier, la grande partie du travail est fournie par la pesanteur elle-même et nos contractions musculaires qui doivent la neutraliser sont d'autant moins importantes que les degrés sont moins éloignés l'un de l'autre.

L'éducation des mouvements.

Ce serait une grave erreur de limiter le but de l'éducation des mouvements à l'influence qu'elle exerce sur le système musculaire.

« La science, en effet, a démontré l'importance prépondérante du mouvement au point de vue de l'évolution des organes et des grandes fonctions de la vie ; elle a prouvé que la santé physique dépend essentiellement de l'activité de nos muscles et que la constitution de notre cerveau dans ce qu'il a de plus complexe et de plus fondamental est fonction du travail régulier de nos divers systèmes musculaires. Les idées générales et abstraites, les processus les plus complexes d'attention, de volition, d'énergie morale surgissent, comme nous l'apprend la psycho-physiologie contemporaine, dans les centres d'association ; ceux-ci sont tributaires, dans leurs élaborations et leurs actions, des centres de la sensibilité générale et du mouvement ; dans sa morphologie et sa physiologie, ce dernier centre n'est lui-même que fonction du mouvement. Comme le disait déjà le Dr Demoor au premier Congrès d'éducation physique, tenu à Paris en 1900 : « Le travail musculaire est l'excitant normal des centres rolandiques du cerveau, considérés

comme centres sensitifs; il est la cause qui fait germer dans le cerveau la sensation musculaire, articulaire et souvent la sensation tactile ». Par le travail du muscle, par des exercices musculaires méthodiques et raisonnés, on peut donc contribuer au développement du système nerveux supérieur, favoriser chez l'enfant le développement et perfectionner plus tard, chez l'homme, la volonté et l'attention, ces deux modalités psychiques qui sont l'expression indirecte la plus haute du travail des centres sensitivo-moteurs et, notamment, des centres de la sensation musculaire » (J. Demoor). « La santé physique, intellectuelle et morale est donc largement tributaire d'une saine et normale physiologie musculaire. » (Wettendorf.)

L'éducation des mouvements consiste dans la création de centres neuro-moteurs nouveaux. Le centre neuro-moteur est une réunion de cellules nerveuses qui, à la suite d'une excitation venue du dehors, ont pris l'habitude, d'abord, sous l'action de la volonté consciente, puis, graduellement, de plus en plus sans son concours, de réagir les unes sur les autres d'une façon déterminée, toujours identique à elle-même, pour envoyer dans le système musculaire une dose et une forme d'influx nerveux qui aboutissent à la production de mou-

vements toujours identiques comme direction et comme énergie; une fois le centre neuro-moteur formé, la volonté consciente n'intervient plus dans son activité, qui se manifeste chaque fois que l'excitation génératrice se reproduit. Il ne faut pourtant pas croire que la volonté perd, dans ce cas, son pouvoir : elle garde toujours la faculté d'empêcher le centre neuro-moteur de réagir à l'excitation spécifique, de lui imprimer des variations de modalité ; mais la réaction se produit chaque fois que la volonté ne s'y oppose pas.

Le système nerveux est un appareil à étages : le faîte est constitué par l'écorce corticale du cerveau qui est le siège de nos facultés psychiques conscientes. Avant la formation du centre psycho-moteur, l'excitation périphérique doit monter, étage par étage, jusqu'au sommet de l'édifice nerveux, pour s'y modifier et redescendre ensuite, également d'étage en étage, jusqu'aux groupes musculaires dont elle règle la synergie. Mais, quand l'excitation périphérique s'est produite un certain nombre de fois, elle n'a plus besoin de remonter jusqu'au faîte de l'édifice nerveux, elle subit la modification motrice à un étage moins élevé et toujours le même, qui devient le centre neuro-moteur de la synergie musculaire réalisée. On voit tout de suite les conséquences d'un tel phénomène :

d'abord une économie de temps et d'énergie, le chemin que l'influx nerveux doit parcourir étant moins long ; ensuite, faculté pour l'étage supérieur d'appliquer son activité à un autre objet.

Voyons comment une telle modification du système nerveux peut se produire.

Nous apportons tous en naissant un certain nombre de centres moteurs tout constitués : ce sont eux qui président à l'élaboration de nos mouvements réflexes.

« Les anciennes expériences de Legallois, disent Viault et Jolyet, ont montré que sur un tronçon de moelle isolé, sur l'animal vivant, par deux sections transversales, l'excitation des nerfs sensitifs qui se rendent à ce tronçon, peut produire des contractions réflexes dans les muscles animés par les nerfs moteurs qui sortent de ce tronçon. En rapprochant les deux sections, on a vu que les réflexes se produisent tant que le segment a une certaine longueur. Masius et Van Lair ont cherché à préciser le siège et l'étendue des centres réflexes des nerfs rachidiens chez la grenouille. On peut conclure de leurs recherches que, chez tous les vertébrés, chaque nerf a dans la moelle un « centre » peu étendu et plus ou moins distinct de celui des nerfs qui le précèdent et le suivent immédiatement. Ce centre, situé dans le côté corres-

pondant au nerf avec les racines duquel il est en relation anatomo-physiologique, est en rapport d'abord avec le centre homologue placé dans l'autre moitié de la moelle, ensuite, avec les autres centres réflexes de la substance grise, d'où la facilité de propagation des actions réflexes nées de l'excitation d'un point limité de la peau. » (Viault et Jolyet.)

« Les mêmes fibres nerveuses centripètes peuvent servir à la fois à la conduction des incitations réflexes, comme à celle des impressions conscientes. » (Idem.)

La moelle allongée et les autres parties de l'axe cérébro-spinal ont, comme nous l'avons vu, des centres réflexes de la plus haute importance, réglant le jeu de la respiration, du cœur, de la vaso-constriction et de la vaso-dilatation des vaisseaux sanguins, etc. Si notre volonté nous permet d'agir plus ou moins sur l'activité de certains de ces centres, comme par exemple le centre respiratoire (nous pouvons modifier notre rythme et notre modalité respiratoires, mais non suspendre la fonction), il n'en est pas moins vrai que l'écorce corticale des hémisphères cérébraux, siège de nos facultés conscientes, est dans l'impossibilité d'influencer directement la plupart des centres réflexes échelonnés sur toute la hauteur de l'axe cérébro-spinal. Mais nous verrons plus loin que

nous pouvons, par nos mouvements volontaires, exercer sur eux une action indirecte et que, par conséquent, l'éducation des mouvements ne les peut négliger.

Passons aux mouvements volontaires.

« Tous nos mouvements sont appris, dit Maurice Faure, qui a bien étudié la question et l'a présentée, en 1905, au premier congrès de physiothérapie de Liége, en un rapport très clair et très simple, où nous puisons largement : les uns par l'individu, les autres par l'espèce. » Cette affirmation peut paraître paradoxale de prime abord ; mais en y regardant de plus près, nous constatons qu'elle est rigoureusement exacte. Pour ce qui est des synergies musculaires particulières à tel métier que nous exerçons, à tel sport auquel nous nous livrons, à tel art d'agrément que nous cultivons, la chose paraît évidente à l'instant ; nous savons très bien que l'on ne naît pas artiste pianiste, qu'il faut barboter dans l'eau et « boire plus d'une tasse » avant de savoir nager, que pour devenir un maître menuisier il faut avoir longtemps manié le marteau et le rabot sous la direction d'un patron qui connaît son affaire. Nous nous rappelons les efforts que nous avons dû faire pour acquérir la sûreté de mains et l'habileté physique que nous déployons dans l'exercice de notre profession, alors que les actes qu'elle

exige nous paraissent aisés et en quelque sorte tout naturels. Mais la chose est tout aussi vraie pour ce qui regarde les mouvements les moins spécifiques, la marche par exemple et la course, quoique nous n'ayons nullement devant les yeux l'image de l'apprentissage qu'elles ont exigé. « Cependant, elles nécessitent la coordination d'un très grand nombre de muscles, non seulement de membres inférieurs, mais du tronc, des bras, de la tête et du cou. Cette coordination n'est pas innée puisque l'enfant naît sans pouvoir marcher, sans même pouvoir se tenir debout. » Nous avons donc appris cette coordination, mais nous avons oublié le travail qu'elle nous a demandé parce qu'elle a eu lieu à un âge où les perceptions laissent peu de souvenir.

Observons un petit enfant couché dans son berceau; au fur et à mesure que son intelligence s'ouvre et qu'il s'intéresse davantage à ce qui se passe autour de lui, il se soulève, tente de s'asseoir. Il lui faut plusieurs mois pour réussir cette œuvre difficile. Le moindre choc, ou simplement une inclinaison imprudente de la tète, une extension trop brusque d'un bras suffit pour rompre l'équilibre et ramener l'enfant dans la position horizontale. Quand il peut s'asseoir, il s'efforce bientôt de se lever; il prend pour cela point d'appui sur tous les

objets qui sont à portée de ses mains. Se dresser debout est une œuvre laborieuse qui exige toute son énergie, toute son attention : si on l'interpelle à ce moment, il n'entend pas ou, s'il entend, il n'a garde de se retourner, il attend d'être arrivé au but, et c'est debout qu'il répond, avec le sentiment visible de sa joie et de son triomphe. Mais, qu'une impression trop vive vienne fixer tout à coup son attention ou provoquer son effarement, l'édifice s'écroule aussitôt. « Lorsque le bébé sait se tenir debout, il faut qu'il apprenne les premiers pas. Là intervient le concours empressé de ceux qui l'entourent. Il faudra plusieurs mois, plusieurs années, pour qu'il arrive à marcher seul sur tous les terrains, voire même dans les escaliers, et souvent encore des chutes lui rappelleront que l'équilibre acquis au prix de tant d'efforts est instable » et précaire.

» Puis viendront la course, le saut, la marche dans l'obscurité, le passage dans des sentiers étroits, etc. Et, suivant l'intelligence et les dispositions naturelles du sujet, suivant sa profession, suivant ses maîtres, suivant la longueur de son apprentissage, il se produira alors de grandes différences individuelles, qui rendront certaines attitudes et certains mouvements faciles à certains sujets, malaisés à un autre, impossibles à un troisième.

» Mais en réalité, toutes les fonctions motrices de la vie de relation peuvent et doivent être apprises. Mais les unes le sont scientifiquement, pour ainsi dire, avec des méthodes, des règles, des maîtres, parce qu'elles ont été codifiées, à cause de leur impérieuse nécessité ou des plaisirs qu'elles donnaient (ainsi l'escrime, l'équitation, et les instruments de musique), et nous gardons de l'apprentissage de ces fonctions un souvenir précis. D'autres sont enseignées aussi, mais sans règles et empiriquement pour ainsi dire : ainsi la natation, le saut, les sports, la gymnastique, etc., et nous gardons de leur apprentissage un souvenir confus. Enfin, d'autres fonctions motrices, qui ne sont ni les moins importantes, ni les moins cultivées, ne sont l'objet d'aucun enseignement, et l'enfant les apprend d'instinct, pour ainsi dire, et en imitant ce qu'il voit faire autour de lui : telles sont la marche, les attitudes, la parole, etc. Il n'y a pourtant pas de ligne de démarcation nette entre ces fonctions et l'on peut concevoir une société se préoccupant d'apprendre, depuis les premiers mois de la vie, tous les mouvements à l'enfant, et, au contraire, une société qui n'en enseignerait aucun, et où tous les exercices du corps, voire même certains instruments de musique, seraient appris par tous les enfants, automatiquement,

pour ainsi dire, et par imitation. Il en est ainsi, d'ailleurs, de l'équitation, chez certains peuples ; de la natation chez certains autres : il en a été ainsi de l'escrime, à certaines époques et dans certains milieux.

» Quel que soit le mouvement appris, le mécanisme de l'éducation est toujours le même. Prenons comme exemple l'escrime : Que fait l'élève ? Les yeux fixés sur le maître, il s'applique à reproduire le mouvement qu'on lui montre, en contractant ses muscles avec la même force, la même synergie, la même vitesse que le modèle qu'il a devant lui. Pour cela, il faut qu'il voie nettement le mouvement du maître, qu'il le comprenne, qu'il sache en apprécier la portée. Il faut qu'il perçoive non moins nettement la force et la direction de ses propres contractions musculaires; qu'il apprécie l'étendue de son geste par le moyen des multiples sensations que lui fournissent la peau, les muscles et les articulations.

» Selon que l'élève aura une intelligence plus ou moins vive, que sa perception visuelle et la compréhension de cette perception seront plus ou moins affinées ; selon que sa sensibilité lui fournira des renseignements plus ou moins nombreux, plus ou moins exacts, il sera placé dans des conditions plus ou moins favorables pour la reproduction du geste souhaité.

» Et tout cela ne suffit pas : il faut encore que l'élève ait une faculté d'attention assez aiguisée pour pouvoir soutenir, durant plusieurs minutes, son esprit en éveil ; il faut qu'il soit accoutumé à commander à ses muscles, à exercer un contrôle incessant sur ses mouvements, même ceux qui sont en apparence les plus instinctifs. Il faut enfin qu'il ait la curiosité d'imiter ce qu'il voit, le désir de bien faire et la volonté de réussir.

» Ce sont toutes ces facultés qui sont nécessaires à l'éducation motrice : on voit que celle-ci met en jeu l'attention, la volonté, l'intelligence, la sensibilité, l'énergie motrice, la maîtrise de soi. Elle exige encore la mémoire, afin que l'enseignement de chaque jour puisse s'ajouter à celui de la veille. Cette éducation motrice n'est donc « motrice » qu'en apparence : elle est en réalité, comme toutes les autres éducations, « psychique ».

» Et s'il n'est pas contestable que certains élèves ont une disposition particulière à exécuter, à retenir des mouvements et à se bien servir de leurs muscles ; si d'autres apprennent plus aisément à se servir d'un organe des sens, l'ouïe ou la vue ; si d'autres ont un penchant exclusif pour les idées abstraites et aiment peu à se servir de leurs sens ou de leurs muscles, il n'en est pas moins évident qu'à égalité de

connaissances, et pour une étude donnée, ce seront toujours les plus intelligents, ceux qui auront apporté en naissant le cerveau le plus heureusement organisé, qui apprendront le mieux, quel que soit l'objet de l'enseignement. Les lignes de démarcation tracées par la pédagogie, entre les différents élèves peuvent donc être utiles pour favoriser la sélection naturelle et pousser chacun dans le sens où il s'instruit le plus aisément et le mieux; mais elles constitueraient un procédé de classification trop simpliste et par conséquent erroné, si l'on en déduisait que l'éducation motrice ne met en jeu que les muscles et ne convient qu'aux athlètes; que l'éducation artistique ne met en jeu que les sens; et que l'apprentissage des sciences abstraites ne doit exercer que l'intelligence. Ce sont là des erreurs répandues et qu'il n'est pas indifférent de signaler en passant.

» Mais revenons à notre exemple : l'élève est parvenu à reproduire les mouvements élémentaires que le maître lui montrait. Il faut alors qu'il combine ces mouvements simples pour en faire des actes de plus en plus complexes et délicats, dont le but est l'assaut d'armes. Au début, ce n'est que par un effort violent de l'attention et de toutes les facultés psycho-motrices que l'élève peut arriver, et cela pendant un temps très court, à accomplir

convenablement une phrase d'armes. A la longue, l'effort nécessaire deviendra moins intense, moins fatigant : il pourra être plus long. La série des mouvements exécutés deviendra plus nombreuse et variée, mais bien des mois, bien des années passeront avant que le geste puisse s'accomplir sans un effort immédiat d'attention, sans un raisonnement préalable qui règle ce geste dans la conscience, avant qu'il ne soit exécuté dans la réalité.

» Et c'est là, cependant, le but véritable de l'éducation motrice : créer un mécanisme psycho-moteur tel qu'une sensation visuelle ou auditive détermine, sans aucun effort, le déclanchement réflexe d'une série d'actes moteurs, sans que l'attention, la volonté, l'intelligence du sujet, semblent y prendre aucune part. Chez l'escrimeur, la vue de l'adversaire poussant une pointe doit déterminer la parade et la riposte. Chez le marcheur, l'inégalité du sol doit déterminer un changement d'allure, un choix judicieux de la position des pieds. Chez le bicycliste, les modifications de l'équilibre doivent déterminer des modifications compensatrices de la direction. Chez le musicien, la vue des caractères musicaux doit déterminer la mise en action des touches de l'instrument par des mouvements rapides et synergiques des doigts de l'artiste, etc., etc. Et tout cela,

sans que le sujet ait conscience de la série des opérations psychiques que nous avons énumérées plus haut et par lesquelles, nécessairement, il doit passer avant d'arriver à l'acte ultime.

» Tel est le but de l'éducation motrice. Ce but est atteint par la répétition des mêmes actes. « La conscience d'une fonction n'est que la sensation de l'effort nécessaire pour l'accomplir » (JULES SOUVRY). Les fonctions motrices qui, à l'état normal, sont inconscientes (fonctions du cœur, de l'intestin, par exemple), deviennent conscientes, lorsqu'elles sont douloureuses ou simplement pénibles, ou qu'elles exigent un effort. Réciproquement, les fonctions motrices sociales les plus compliquées, celles qui ont exigé au début les efforts les plus coûteux, deviennent inconscientes (la marche par exemple), par leur répétition qui supprime à la longue l'effort.

» L'habitude peut arriver à créer des mécanismes psycho-moteurs qui fonctionnent tout à fait en dehors de la conscience, même dans l'état de sommeil, même pendant une perte de connaissance morbide.

» A ce point, la fonction motrice est devenue « automatique » et c'est précisément parce que les fonctions apprises pendant la prime jeunesse sont devenues automatiques, que nous n'avons

plus conscience de ces fonctions, ni de l'effort fait pour les apprendre. Toute fonction motrice que l'on apprend est consciente parce que pénible, difficultueuse, et déréglée ; toute fonction motrice longtemps accomplie, bien réglée, devenue par le fait même, sans difficultés et sans erreurs, est inconsciente et par conséquent automatique.

» Ainsi, alors que le point de départ de l'éducation motrice est l'attention, la volonté, l'intelligence, le point d'arrivée est l'automatisme. »

Rappelons-nous que le système nerveux est un agglomérat de neurones qui ont entre eux les relations les plus étroites, exerçant les uns sur les autres les actions les plus variées et les plus radicales, transformant une excitation transmise par un neurone sensitif périphérique en un effet moteur simple dans les réflexes simples (comme la contraction du muscle triceps fémoral quand on donne un choc sur le tendon rotulien relâché), ou en un effet moteur complexe comme le phénomène du langage, suite réactionnelle d'une impression auditive.

Quant à ces transformations, elles ne sont qu'une application de la loi très générale découverte par Helmholtz : l'énergie se conserve toujours égale en quantité mais se modifie dans sa forme. Et si, notamment, on est surpris de

voir une excitation sensitive peu importante provoquer la mise en action de groupes musculaires qui se mettent à exécuter un travail considérable, et qu'on a de la peine à trouver un équilibre quantitatif entre la cause et l'effet, on doit se rappeler que les cellules nerveuses sont aussi des organes accumulateurs qui emmagasinent l'énergie pour la rendre sous un aspect modifié ; et, dans ce cas, l'effet rendu n'est pas l'équivalent énergétique de la sensation excitatrice seule, mais bien celui de cette sensation additionnée d'autres quantités de force que les cellules nerveuses tenaient en réserve.

Reprenons, point par point, les phases diverses par où passe la création d'un centre psycho-moteur, reprenons comme exemple celui de la marche.

« Pour que l'enfant apprenne à se tenir debout, il faut, nous l'avons dit, de longs efforts. Ce sont les sensations musculaires, articulaires, etc., qui règlent ces efforts. Ce sont elles qui avertissent que la contraction de certains muscles est exagérée, que celle de certains autres est inutile. Au début de l'apprentissage de tout acte moteur, on contracte beaucoup plus de muscles qu'il n'est nécessaire et il n'est pas rare de voir, pendant les premières leçons, l'élève raidi des pieds à la tête, serrant les dents, pour apprendre,

par exemple, à se tenir à cheval. Le bicycliste novice étreint son guidon avec violence. L'escrimeur qui s'aligne, pour la première fois, sur la planche, ne sait que se contracter dans une immobilité éreintante, ou faire de grands mouvements brusques, alors qu'il doit, au contraire, s'efforcer d'être, de la tête aux pieds, d'une souplesse parfaite et n'exécuter que des mouvements aussi minimes, aussi réduits, aussi simples que possible.

» Toutes ces sensations musculaires, articulaires, etc., sont d'une conscience peu développée et c'est presque à l'insu du sujet — mais non cependant sans une dépense d'effort, d'attention, de patience et d'intelligence — qu'elles viennent régler, coordonner tous les mouvements. Ce n'est que lorsque ces sensations viennent à disparaître, au cours d'une maladie, que le sujet, mis brusquement dans l'impossibilité de contrôler les attitudes de ses membres et de mesurer son effort, ne peut plus se mouvoir.

» Voici donc deux éléments anatomo-physiologiques indispensables de l'éducation motrice : 1° la contraction musculaire; 2° la sensibilité musculaire. Les impressions fournies par cette sensibilité se rendent le long des nerfs sensitifs, dans le système nerveux central. S'il s'agit d'un mouvement très

simple (tel que la contraction d'un seul groupe de muscles combinés anatomiquement pour se contracter ensemble), les impressions sensitives agissent directement sur les cellules motrices de ces muscles mêmes. Il faut et il suffit alors d'ajouter aux deux éléments anatomo-physiologiques que nous venons d'indiquer, les deux autres éléments que voici : 3° intégrité du neurone sensitif ; 4° intégrité du neurone moteur.

» Mais, le plus souvent, une éducation motrice a pour objet des mouvements complexes exigeant la coordination d'un grand nombre de muscles, qui ne sont pas anatomiquement reliés de façon à se mouvoir ensemble. Ainsi, dans la marche et la station debout, la contraction synergique des muscles de la colonne vertébrale et de la tête est nécessaire pour maintenir le poids du corps sur la jambe fixe, au moment même où la contraction des muscles de la jambe mobile l'enlève du sol. Une erreur dans la position de la tête, par exemple, suffit à faire perdre l'équilibre. Et pour peu que l'allure ait une certaine rapidité, des mouvements coordonnés des bras sont nécessaires, afin que leur balancement vienne contribuer à l'équilibre alternatif du corps sur l'une et l'autre jambe. Pour établir une coordination aussi étendue et aussi difficile, l'attention,

l'observation du sujet doivent être longtemps en éveil, et l'on voit les petits enfants et des adolescents, d'une culture rudimentaire, exagérer le balancement des bras dont ils sentent la nécessité, mais dont ils ne voient pas la laideur, qui vient de cette exagération même. Aux éléments anatomo-physiologiques déjà énumérés il faut alors ajouter, pour obtenir une marche complète et normale : 5° l'intégrité de la voie motrice cérébro-spinale; 6° l'intégrité de la voie sensitive, l'une et l'autre reliant aux centres sensitivo-moteurs élémentaires de la moelle les centres de projection et d'association cérébraux, qui contrôlent, dirigent, coordonnent les fonctions des diverses régions.

» Il existe ainsi, dans le cerveau, des régions où ce que l'on nomme la représentation mentale des mouvements se conserve comme un modèle que le sujet reproduit toutes les fois que le mouvement lui est nécessaire. C'est précisément à la création de cette représentation mentale qu'aboutit l'éducation motrice. Il est malaisé de nous imaginer ce qu'est exactement cette représentation mentale. Mais elle existe certainement, puisque la lésion du centre cortical d'un mouvement suffit à rendre ce mouvement impossible, tout le reste du système nerveux étant indemne. Tel est le cas chez certains

aphasiques, certains hémiplégiques, ou autres paralytiques corticaux. Et cette représentation mentale n'existe que lorsque tout le mécanisme neuro-moteur, dont elle semble n'être que le contrôle, est établi.

» Aux six éléments déjà énumérés, vient donc s'ajouter un septième : le centre cortical représentatif du mouvement.

» Imaginons, maintenant, ces différents organes reliés entre eux par les prolongements cellulaires, les fibres nerveuses, dont l'enchevêtrement forme l'énorme masse du système nerveux central. Imaginons le centre de représentation mentale de la marche, mis en mouvement par une impression quelconque : un bruit effrayant, par exemple, qui éveille l'idée de la fuite. L'excitation, partie de ce centre, parcourt les voies motrices cortico-spinales, se répand dans les différents noyaux cellulaires du bulbe et de la moelle, qui la transforment et adressent aux muscles l'influx qui les contracte.

» L'action de ces muscles sur le squelette produit le déplacement du corps, suivant les lois rigoureuses de la mécanique. Ce déplacement produit des sensations (variation de poids, de forme, de consistance, de place occupée dans l'espace ; sensation de contact du sol, frottement de l'air, des habits, etc. ; — bruit des pieds heurtant le sol ; sensation visuelle du déplacement

des objets autour de soi). Ces sensations cheminent le long des voies sensitives pour agir d'abord dans la moelle sur les centres moteurs des régions correspondantes, puis atteignent les centres cérébraux auxquels elles fournissent les renseignements qui leur sont nécessaires pour coordonner les efforts de chaque région, régler la rapidité du pas, l'inclinaison du tronc, de la tête et des bras correspondants à la vitesse et à la masse, etc.

» Sans ces renseignements, la synergie des efforts et l'équilibre qui en résulte seraient aussitôt rompus.

» On voit donc que la création d'un mécanisme neuro-moteur, même aussi simple (en apparence) que celui de la marche, exige la participation de tout le système nerveux. Lorsque ce mécanisme est créé, il fonctionne automatiquement. Mais de ce que la conscience des opérations élémentaires qui le constituent a disparu par l'habitude, il n'en faut pas conclure que celles de ces opérations qui avaient été conscientes, au début, ont disparu aussi. En d'autres termes, c'est une erreur très répandue, peut-être générale, que de croire qu'un mécanisme neuro-moteur est devenu exclusivement spinal et périphérique lorsqu'il est devenu automatique ; il n'existe de mécanisme spino-périphérique chez l'homme que ceux des

réflexes élémentaires qui n'ont jamais été appris par l'individu et qu'il apporte en naissant. Encore ne sont-ils pas toujours exclusivement spino-périphériques. Mais tout mécanisme moteur créé par l'éducation, c'est-à-dire par l'intelligence, la volonté, etc., a exigé, pour être établi, le concours de tout le système nerveux et ce concours persiste tout entier, même lorsqu'il est devenu inconscient. — Il y a des mécanismes cérébraux inconscients tout comme des mécanismes spinaux, puisque la conscience n'est que la sensation de l'effort. L'effort disparu avec l'habitude, la conscience disparaît, mais le mécanisme cérébral n'en subsiste pas moins.

» Aussi lorsque la marche est devenue absolument inconsciente et automatique, elle n'en exige pas moins le concours des centres et des faisceaux cérébraux qui ont servi à l'établir. La preuve en est fournie par la perte des mouvements de la marche, comme ceux de l'écriture, comme d'ailleurs tous les autres mouvements, chez l'hémiplégique porteur d'une lésion exclusivement cérébrale et dès que cette lésion est constituée.

» Réciproquement, le mécanisme neuro-moteur que l'éducation a créé et qui subsiste toujours identique à lui-même alors qu'il est devenu inconscient, n'existe pas avant que

l'éducation l'ait créé. C'est la fonction qui fait l'organe. Le faisceau pyramidal, voie motrice cortico-spinale, organe qui relie les centres cortico-moteurs, que l'éducation doit créer, aux centres spinaux des réflexes élémentaires, — la voie pyramidale est incapable de servir chez l'enfant naissant, parce qu'elle est encore incomplètement développée. Sans doute, les muscles, les nerfs, les cellules nerveuses sont là, identiques à ce qu'ils seront plus tard : mais leurs associations, ces liens que l'insuffisance de nos moyens d'investigation et de nos connaissances techniques ne nous permet pas encore de percevoir complètement et d'imaginer clairement, ces modifications d'état moléculaire, d'énergie vitale, qut font que tel effort qui était impossible devient possible, puis facile, puis automatique, tout cela, qui n'existe pas avant le mécanisme neuro-moteur, l'éducation va le créer, en même temps que lui. »

Telle est, dans son mécanisme psycho-physiologique, l'éducation motrice.

Si Faure, comme nous venons de le voir, localise les centres neuro-moteurs dans le cerveau, d'autres auteurs et notamment Tissié et Sano les localisent dans la moelle. Cette divergence d'opinion n'a pas une grande importance sur les conclusions pratiques qu'on doit tirer au point de vue de l'éducation des mou-

vements, mais elle est intéressante au point de vue scientifique.

Voici comment s'exprime Tissié : « Tout acte musculaire qui se produit avec une certaine intensité et dans un temps plus ou moins prolongé tend à se reproduire automatiquement. La fonction médullaire automatique prime la fonction psychique consciente. On reproduit expérimentalement ce phénomène dans le sommeil hypnotique quand par exemple ayant imprimé un mouvement de rotation aux deux mains autour d'un même axe, le sujet endormi continue le mouvement.

» Les centres psycho-moteurs ayant été découronnés, les centres médullaires, c'est-à-dire les noyaux médullaires des mouvements que M. Sano a si bien décrits dans son excellent rapport sur les localisations des fonctions motrices de la moelle épinière, entrent seuls en jeu. On peut dire que tout acte musculaire est une éducation des noyaux spinaux qui le commandent, éducation dirigée et coordonnée par les centres psycho-moteurs du manteau cérébral de la substance grise. »

« La localisation des fonctions motrices de la moelle épinière, dit Sano, répond à la différenciation morphologique et fonctionnelle du système musculaire. A chaque muscle strié correspond un noyau médullaire. A chaque

groupement de muscles un groupement de noyaux. A chaque segment de membre une zone régulièrement disposée. Au membre tout entier correspond l'ensemble des trois zones du bras, de l'avant-bras et de la main ou de la cuisse, de la jambe et du pied. »

Il faut bien reconnaître que ces constatations anatomiques basées sur des expérimentations très consciencieusement faites par M. Sano comme d'ailleurs par M. Van Gehuchten, etc., sont des plus importantes et tendent évidemment à faire admettre la présence des centres automatiques dans la moelle plutôt que dans la couche corticale des hémisphères cérébraux. D'ailleurs les observations ne manquent pas qui plaident en faveur de cette façon de voir : un pianiste exécute par cœur un morceau de son répertoire, il est tout entier occupé, non pas de la lettre de l'œuvre qu'il veut faire valoir, mais de son esprit; il s'est assimilé la lettre, c'est-à-dire les notes de la page musicale de telle façon qu'elle sorte, si nous pouvons ainsi dire, automatiquement; dès lors son seul souci est de rendre la pensée du compositeur, dans ce qu'elle a de profond, de tendre, de gai ou de mélancolique. Survient un incident, un malaise ou un faux mouvement par exemple, qui lui fait commettre une irrégularité de doigté qui dérange son jeu matériel et le force à

s'arrêter. Il recommence et en arrivant au passage où le malaise s'est produit, que fait-il? Il s'efforce de n'y pas penser, il compte sur son automatisme; il franchira l'obstacle beaucoup plus sûrement s'il écarte toute représentation mentale de la succession de touches qu'il s'agit de frapper dans son intégralité, autrement dit s'il ne fait pas intervenir les cellules de son écorce cérébrale. Que si au contraire il y pense, s'il craint de commettre de nouveau la faute qu'il désire éviter, il aura grande chance de la reproduire et, s'il la commet, il aura fait le premier pas vers la création d'un automatisme nouveau, vicieux, qu'il ne pourra faire disparaître qu'en reconstituant péniblement le premier, avec l'intervention méthodique, cette fois, de toute sa volonté et de toute son attention.

Nous admettrions donc plutôt la localisation dans la moelle, des centres automatiques créés par l'éducation, mais en reconnaissant la nécessité d'une relation de dépendance persistante avec l'écorce cérébrale qui serait en quelque sorte la gardienne du déclic de ces centres.

Peu nous importe, d'ailleurs, pour le sujet qui nous occupe : nous savons que nous créons des centres automatiques, que nous pouvons en créer de nouveaux et que plus nous en créerons, plus nous élèverons en perfection notre machine

nerveuse et notre machine musculaire, pour le plus grand bien de toute notre machine animale et du psychisme dont elle est dotée.

De prime abord, il semble qu'une telle évolution ne puisse s'opérer que pour les actes de la vie de relation et que, au contraire, pour les actes de la vie végétative, aucune éducation ne soit susceptible d'intervenir. En effet, dès notre naissance, ces actes s'exécutent parfaitement : toutes les actions mécaniques nécessaires pour le travail de la digestion, de la respiration, etc., se produisent de façon normale et absolument complète. De fait, s'il nous est interdit de modifier ces actes dans leur essence, il nous est pourtant jusqu'à un certain point loisible de les influencer pour les mieux accommoder aux nécessités de notre vie de relation.

Prenons par exemple le réflexe de la miction.

Quand la vessie de l'enfant est remplie ou suffisamment distendue, certaines modifications des filets nerveux de la muqueuse vésicale se produisent et se transmettent jusqu'au centre de la miction d'où elle revient sous forme d'influx moteur qui ouvre le sphincter vésical et contracte la vessie. Ce fait s'accomplit nécessairement si les voies périphériques de la conductibilité nerveuse, sensitive et motrice, sont intactes, ainsi que le centre médullaire. Mais s'il s'accomplit nécessairement, l'enfant

n'en a pas moins conscience : il sent le besoin d'uriner, seulement il ne le sent que quand il urine déjà ; les sensations en rapport avec l'acte accompli ne se produisent qu'après l'acte lui-même.

Chez l'adulte, au contraire, la sensation du besoin d'uriner précède l'acte ; mais à l'instant où elle se produit, une contraction volontaire du sphincter vésical le ferme avec plus d'énergie et l'empêche d'être forcé par la pression intra-vésicale augmentante. L'adulte, sans que le besoin d'uriner soit présent, pourra très bien contracter ses muscles abdominaux et provoquant en même temps la synergie de l'effort, c'est-à-dire abaissant son diaphragme, augmenter la pression intra-abdominale et par conséquent intra-vésicale et la rendre supérieure à la résistance que lui oppose la tonicité musculaire du sphincter de la vessie : il urinera donc par l'action de sa volonté et sans qu'il ait, au préalable, l'excitation périphérique indispensable chez l'enfant : voilà bien la mise en jeu d'un mécanisme psycho-moteur très différent du mécanisme purement réflexe utilisé chez l'enfant. Pour créer ce mécanisme de l'adulte « il a fallu, dit Faure, d'abord s'adresser à la sensation, qui éveillait la conscience de l'enfant après l'accomplissement du besoin naturel ; montrer à l'enfant, à propos de cette sensation,

qu'il était en son pouvoir d'arrêter l'accomplissement de l'acte qu'elle annonçait et cela ne se fit pas sans peine... Que l'on se rappelle les angoisses des malheureux bébés sentant le besoin, désireux d'en arrêter les suites, incapables d'en suspendre longtemps l'exécution et appelant à leur secours la mère ou la bonne qui doit leur donner, après quelques préparatifs, l'autorisation demandée. Si l'on tarde, tout est perdu... Ce n'est qu'après de longues années, des tentatives souvent infructueuses et une grande dépense de bonne volonté de part et d'autre, que l'on pourra parvenir : 1° à ce que l'attention de l'enfant soit toujours en éveil pour qu'il soit averti dès le premier besoin ; 2° à ce que, au premier avertissement perçu par l'attention, l'enfant sache à la fois contracter ses sphincters et avertir son entourage du danger qui le menace. Ces deux étapes franchies, il restera encore à acquérir l'entraînement nécessaire pour résister de plus en plus longtemps au besoin qui s'est manifesté. Et combien souvent encore, lorsque l'attention sera distraite par le jeu ou supprimée par le sommeil, il se produira des fuites irrémédiables... Bref, c'est une lutte entre le réflexe impérieux qui lâche l'urine ou les matières, dès que la vessie ou le rectum sont pleins, sans souci de l'heure et du lieu ; et le mécanisme psycho-moteur que l'éducation

crée, et qui tend à accomplir la miction et la défécation, non plus quand la vessie et le rectum le demandent, mais quand sonnera l'heure destinée à l'accomplissement de la fonction, dans un lieu propice.

» Ici donc, l'éducation tend à créer des réflexes compliqués, psychiques, qui se substituent aux réflexes inférieurs, ou plutôt les dominent et les dirigent. Et ce n'est pas seulement à propos de la miction et de la défécation que nous pourrions voir l'Éducation apprendre à dominer les réflexes inférieurs : ne faudra-t-il point aussi apprendre à ne pas fuir follement au premier bruit effrayant ? à ne pas rendre instantanément et aveuglément le coup reçu, sans voir d'où il vient, fût-ce d'un meuble ? Ne faudra-t-il pas apprendre à cacher l'impression désagréable due à la rencontre d'un fâcheux et lui faire bon visage ? Bref, si l'éducation psychomotrice est l'art de créer les réflexes bien coordonnés pour l'accomplissement de fonctions dont on était incapable, elle est aussi l'art de dominer, de diriger, d'utiliser ou de supprimer les réflexes instinctifs.

» Elle est encore autre chose : l'art d'obtenir, au moment opportun, avec le maximum d'effet et le minimum d'effort, le mouvement le plus utile. Elle épargne la fatigue, la dépense d'énergie inutile. La Nature prodigue a partout

assuré, avec luxe, la production des actes nécessaires à la conservation de l'individu et de l'espèce. L'éducation psycho-motrice, choisissant parmi ces actes, les réglant, les codifiant, perfectionne l'œuvre de la Nature. Et il ne faut pas considérer, seulement, ce perfectionnement chez un individu isolé, il faut encore le voir dans l'espèce. L'enfant apprendra plus aisément, plus vite, à régler la défécation que la miction, parce que l'une a été l'objet d'efforts ancestraux plus considérables que l'autre. Les femmes arrivent à avoir des mictions beaucoup plus rares que les hommes, parce qu'elles s'entraînent héréditairement davantage à cacher la satisfaction de ce besoin. Elles sont aussi beaucoup plus souvent atteintes de constipation par une conséquence également héréditaire de la discipline exagérée imposée à leur intestin. C'est aussi grâce à l'hérédité qu'on peut arriver à régler les heures quotidiennes de la défécation tout comme les heures des repas. On observe le même fait chez les animaux héréditairement domestiqués depuis fort longtemps, comme le chien et le chat. On l'observe beaucoup moins chez d'autres animaux. »

Voilà donc le domaine de l'Éducation des mouvements agrandi de tout ce que notre volonté, consciente d'abord, inconsciente ensuite, peut avoir d'influence sur le jeu de nos réflexes végétatifs.

Concluons maintenant en disant que, puisque tous nos mouvements s'apprennent, apprenons-les bien, d'abord en nous créant une provision de centres automatiques assez considérable pour que nous ne soyons pas pris au dépourvu dans les circonstances variées où les hasards de la vie nous jettent ; ensuite, en les créant parfaits, c'est à-dire rendant un maximum d'effet pour un minimum de dépense. De cette façon, quand l'heure de l'action sera venue, nous n'aurons qu'à puiser dans notre fonds sans perdre de temps à un apprentissage d'autant plus difficile qu'il est plus tardif et nous augmenterons nos chances de ne pas nous laisser devancer par d'autres qui, plus maîtres que nous de leur machine animale, sauraient plus vite et mieux que nous s'en servir.

Influence des mouvements sur la circulation.

Pour bien comprendre l'effet des mouvements sur la circulation, il faut tout d'abord se faire une idée nette de son mécanisme. Nous avons vu précédemment que la force principale qui soumet notre sang à une translation ininterrompue, est la contraction du cœur. Mais le cœur, abandonné à ses propres moyens, ne pourrait suffire à la tâche. Un premier adjuvant lui est fourni par les artères dont les parois sont élastiques ; l'élasticité des artères régularise le cours du sang et diminue l'intermittence de l'action du cœur : à chaque ondée nouvelle, lancée par le cœur dans le système artériel, les artères se laissent légèrement distendre ; cette distension a pour résultat de diminuer la pression du sang au moment du passage de l'ondée, mais cette force emmagasinée par elles pendant la distension, elles la rendent immédiatement en revenant sur elles-mêmes aussitôt que le choc correspondant à la systole cardiaque s'est produit; ce resserrement artériel empêche la pression du sang de tomber à rien ou à peu près à rien ; l'élasticité rend donc moins grande

la différence de tension du sang dans les artères pendant la systole et pendant la diastole. Ce n'est pas le seul avantage que procure l'élasticité artérielle; grâce à elle, la quantité de sang qui peut passer dans l'artère, sous une pression et dans un temps donnés, est augmentée : on réalise la chose expérimentalement en faisant passer par deux tuyaux, l'un en verre, l'autre en caoutchouc, et terminés par des ajutages de même calibre, un liquide dont l'afflux est intermittent comme celui du sang dans les artères ; on constate alors que l'écoulement par le tube en caoutchouc est plus régulier et que, en outre, il est plus abondant, ce qui prouve que le liquide pénètre en plus grande quantité dans le tube élastique que dans l'autre.

Mais les artères sont en outre contractiles : leurs parois renferment des fibres musculaires lisses qui peuvent, tout comme les fibres musculaires striées des muscles volontaires, se raccourcir et provoquer les mêmes effets mécaniques. Sous l'influence de leur contraction ou de leur relâchement, les artères diminuent ou agrandissent leur lumière ; elles recevront, par là même, moins de sang ou plus de sang, cela va de soi. On conçoit tout de suite les modifications considérables que peut exercer dans la pression du sang ce changement de calibre des artères, la diminuant, si elles se dilatent et

ouvrent toutes grandes au sang les portes où il se précipite, l'augmentant, si elles se resserrent et contraignent le sang à passer par des chemins étroits. Ces alternatives de contraction et de relâchement sont sous la dépendance directe des centres nerveux qui les utilisent au fur et à mesure des besoins locaux de l'organisme.

Le calibre total des vaisseaux capillaires est de beaucoup supérieur au calibre de l'aorte, on comprend dès lors que le sang s'y écoule beaucoup plus lentement que dans le tronc aortique, surtout que pour pénétrer dans cette infinité de canaux extrêmement ténus, il rencontre une résistance considérable, due au frottement contre les parois vasculaires. Toute modification produite dans le calibre des capillaires aura pour effet de modifier la pression sanguine dans les artères et la rapidité du cours du sang dans les capillaires eux-mêmes : si ceux-ci se dilatent le sang passe plus facilement, plus rapidement et en plus grande quantité par leur voie, et le sang, éprouvant moins de résistance, sortira plus vite des artères et y sera sous une pression moindre; le contraire se produira en cas de resserrement des capillaires. De telles modifications de calibre se produisent dans la réalité, grâce à l'existence des nerfs vaso-moteurs commandés, eux aussi, par les centres nerveux.

Le sang, après pénétration dans le lac du

liquide sanguin que constituent les capillaires, a perdu sa vitesse, nous avons vu qu'il ne progresse plus qu'à raison de 1 millimètre par seconde. Valentin dit même « 1/2 millimètre seulement ». C'est animé de cette lente translation qu'il arrive dans les veines. Mais, représentons-nous bien ce fait : la masse sanguine considérable animée d'un mouvement lent, poussée par ce reliquat de l'action du cœur, qu'on nomme la « vis a tergo »; pénétrant dans les veines, donc dans un système qui se rétrécit de plus en plus à partir des capillaires jusqu'au cœur, et y acquérant, pour pouvoir y passer tout entière, une vitesse qui va en croissant au fur et à mesure qu'on se rapproche du cœur.

Nous la voyons progresser dans les vaisseaux veineux dont les parois sont flasques et dilatables, et dont beaucoup sont garnies de valvules, et subir dans sa progression les actions combinées de causes diverses : de la contraction des muscles d'abord; les muscles en se contractant les soumettent à des pressions extérieures, les malaxent, les vident et, comme leur sang ne peut s'écouler que dans la direction centripète à cause de la présence des valvules, on comprend l'action adjuvante qu'apportent ces contractions musculaires à la circulation de retour; de l'aspiration thoracique ensuite, car ces vaisseaux, à parois si extensibles, subiront aussi

bien l'effet de cette sorte de pression négative qui se produit dans la cavité thoracique lors de chaque inspiration, qu'elles ont subi l'action de pressions positives venant des muscles. Cette aspiration thoracique s'exerçant sur l'extrémité centrale du système veineux a sa répercussion favorable, dans le sens de la progression du sang vers le centre, sur tout le système veineux lui-même.

Les mouvements aident comme nous venons de le dire à la progression du sang dans les veines et voilà un premier rapport très important qu'ils ont avec la circulation. Mais ce n'est pas le seul ; quand un muscle se contracte, donc entre en période de travail actif, les lois de la nutrition exigent qu'il soit le siège d'une circulation plus active de façon à recevoir des matériaux de réparation en quantité suffisante et à expulser assez rapidement les produits des réactions chimiques et physiologiques survenues. Pour cela, le système nerveux intervient en lançant son influx dans les nerfs vaso-dilatateurs qui vont relâcher les fibres musculaires contenues dans les parois des artères et des capillaires ; aussitôt le calibre de tous ces vaisseaux augmente, leur pression intérieure diminue et un afflux de sang artériel se produit. Pour un temps donné, il passe ainsi dans le muscle en travail, sept fois plus de sang que dans le muscle en repos.

Voilà donc un second rapport non moins important de nos mouvements avec notre circulation.

Un troisième rapport consiste dans l'excitation que le mouvement apporte au cœur. CHAUVEAU et MAREY ont démontré que la vitesse du sang augmente non seulement dans le muscle en exercice mais aussi dans les autres régions du corps, même celles qui ne prennent pas part à l'exercice ; vitesse est en sens inverse de pression, car si la vitesse augmente c'est que les résistances à la progression du sang ont diminué dans les branches terminales des artères et dans les capillaires qui se dilatent et admettent plus de sang. La pression artérielle diminuant, les mouvements du cœur augmentent en nombre, dit Lagrange, en vertu d'une loi physiologique découverte par Marcq ; en toute circonstance le cœur semble compenser par un travail de vitesse la diminution de son effort de pression. Voilà donc le cœur se contractant avec une fréquence plus grande et le sang circulant mieux à travers tout l'organisme ; il en résulte une exaltation de la force vitale de nos cellules.

Empressons-nous de dire que cela n'est vrai qu'à la condition que le nombre des pulsations du cœur ne dépasse pas un certain chiffre, car lorsque ce nombre augmente trop, la somme

de travail effectué par le muscle cardiaque, en un temps donné, est considérablement augmentée par l'exagération de fréquence de ces poussées. Le nombre des pulsations cardiaques est, souvent, plus que doublé par les exercices très violents comme la course : il est augmenté au moins de moitié, soit de 50 p. c. dans la plupart des exercices de gymnastique (irrationnelle) et de sport; tandis que la pression artérielle n'est diminuée d'après CHAUVEAU et MAREY que de 6 mm. pour 108, c'est-à-dire moins de 6 p. c. Si l'on s'en rapporte à ces chiffres, on voit donc que pour obtenir une accélération de la circulation périphérique, sans augmenter le travail du cœur, il ne faut pas dépasser de plus de 5 à 6 pulsations par minute le nombre normal de ses battements (Lagrange).

Sinon qu'arrive-t-il? Le sang passe en quantité considérable dans le système artériel, mais il ne peut passer aussi rapidement dans le système veineux, où les conditions pour la circulation sont moins favorables; de là résulte son accumulation dans les veines, qui sont, avons-nous dit, très dilatables, et, notamment, dans le système des veines abdominales et thoraciques, dans le cœur droit et dans les poumons eux-mêmes qui sont, par là, congestionnés. Cette rupture de l'équilibre entre la masse de

sang contenue dans les artères et celle qui est contenue dans les veines, cette « pléthore veineuse » peut aboutir au cœur forcé, c'est-à-dire à l'épuisement du cœur par contractions de plus en plus rapides avec effort de pression insuffisante (la tension aortique descendant toujours). Comme on le voit, au delà de l'effet utile produit par l'exercice il faut toujours craindre l'excès de nos réactions fonctionnelles; mais, par l'éducation physique, on arrive à reculer considérablement les limites de l'effet utile avant que l'effet nuisible ne se produise. « Le cœur reste imperturbable chez l'homme bien entraîné au milieu des mêmes exercices qui affolent l'appareil circulatoire d'un sujet qui s'y livre pour la première fois » (Lagrange).

Disons un mot de l' « effort », et d'abord, en quoi consiste-t-il? Lagrange le définit comme ceci : l'effort consiste essentiellement dans la synergie des muscles expirateurs qui entrent en contraction involontairement et parfois inconsciemment, pour s'associer au travail volontaire d'autres muscles plus ou moins éloignés. « Cet acte se produit toutes les fois qu'un groupe musculaire de n'importe quelle région est actionné par la volonté avec toute l'énergie dont il est capable. »

Pour le réaliser on fait d'abord une profonde inspiration, puis, tandis qu'on ferme hermeti-

quement l'orifice de la glotte, empêchant ainsi l'air entré dans les poumons d'en sortir, on contracte violemment tous les muscles expirateurs et donc les muscles abdominaux. La cage thoracique dilatée est, par le fait, immobilisée et peut fournir un point d'appui solide et fixe aux muscles qui s'y insèrent et, par là, aux mouvements des membres et du tronc. « Une perturbation profonde se produit dans la respiration et la circulation pendant toute la durée de l'effort. Dans cet acte, en effet, c'est le poumon gonflé d'air qui sert de point d'appui aux côtes, pour leur permettre de rester relevées en résistant aux muscles expirateurs qui tendent à les abaisser. On comprend d'abord à quelle épreuve est mis le poumon lui-même. Dans les efforts très violents, il n'est pas rare d'observer chez l'homme, et surtout chez les animaux de trait, la rupture des parois des cellules pulmonaires, forcées outre mesure par la compression de l'air qui les remplit. Mais le poumon, à la façon d'un tampon élastique, transmet la pression qu'il subit à tous les organes qui l'avoisinent dans le thorax : aux gros vaisseaux artériels et veineux, à l'aorte, aux veines caves et au cœur lui-même » (Lagrange).

Les conséquence de cette pression, au point de vue des perturbations qui en résultent dans l'appareil circulatoire, ont été fort bien étudiées

par Marey qui a publié à ce sujet des tracés sphygmographiques on ne peut plus intéressants.

« Au moment où l'effort commence, dit Marey, la circulation artérielle s'élève subitement. Arrivé à son summum, l'effort a comprimé l'aorte thoracique et l'aorte abdominale avec toute la force possible. Cette pression extérieure, secondée par l'élasticité aortique, a chassé vers les artères périphériques une certaine quantité de sang, et y a élevé la tension.

» Mais ces artères, en vertu même de l'excès de pression, donnent un débit plus rapide, de sorte que, sous l'accroissement de la circulation périphérique, l'aorte se vide de plus en plus et diminue de volume. En diminuant de volume elle perd de sa tension élastique, de telle sorte que la somme des forces qui poussent le sang vers la périphérie diminuent graduellement. Le maximum de tension ne se maintient donc pas dans les artères, mais décroît peu à peu, à mesure que décroît la force élastique de l'aorte, bien que l'effort se maintienne le même, et que la pression de l'air dans le poumon garde le même degré, comme on l'a noté par le manomètre.

» A cette cause de décroissance dans la pression des artères, il faut ajouter la diminution graduelle du volume des ondées ventriculaires, car le sang veineux est retenu par l'effort en

dehors des cavités splanchniques. Il s'ensuit une diminution du courant sanguin qui traverse le poumon et revient au cœur gauche. Aussitôt que l'effort cesse, le sang des artères périphériques, où la tension est forte, reflue dans l'aorte qui, vidée d'une partie de son contenu, se trouve, pour ainsi dire, trop large. Ce reflux fait baisser la pression dans les artères périphériques. A partir de ce moment, le cœur, continuant à battre, rétablit peu à peu l'état primitif de la tension artérielle. »

L'augmentation énorme de la poussée que supportent les extrémités des vaisseaux dans l'effort est des plus dangereuses, de même que le choc en retour qui se fait sentir aux parois des grosses artères et des cavités du cœur quand l'effort cesse. Les capillaires et les vaisseaux fragiles risquent d'éclater et de donner lieu à des hémorragies, le cœur est exposé aux parésies du myocarde et sa détresse amène facilement la syncope.

« Nous avons dit que l'effort se produit toutes les fois qu'un groupe de muscles est obligé de faire appel à toute l'énergie dont il dispose. On comprend, par l'énoncé même de cette condition déterminante de l'effort, que cet acte aura d'autant plus de tendance à se produire que les muscles seront plus affaiblis. En effet les conditions de l'effort se trouvent

réalisées non pas précisément quand la dépense de force représentée par un mouvement est très considérable, mais quand elle est en disproportion avec la capacité fonctionnelle des muscles qui doivent la subir. De là, la fréquence de l'effort chez les malades, les convalescents et tous les sujets débilités. Pour eux l'acte le plus simple de la vie usuelle devient un travail « de force » et provoque des synergies qui ne se produiraient pas chez un homme vigoureux. Certains mouvements provoquent plus facilement que d'autres la synergie d'effort, même quand on les exécute avec une certaine modération. Le travail des bras, par exemple, est plus sujet à provoquer l'effort que celui des jambes. L'observation démontre la réalité de ce fait et, du reste, la physiologie l'explique aisément. En effet, l'effort résultant, comme nous venons de le dire, de la nécessité de donner un point d'attache fixe aux muscles agissants, il se trouve que les muscles des cuisses, insérés aux os résistants et fortement soudés entre eux qui composent le bassin, peuvent y prendre un point d'appui suffisamment stable pour qu'il soit inutile, dans la plupart des cas, d'en assurer la fixité en immobilisant la colonne vertébrale et le thorax. Il en est tout autrement des muscles des bras, dont la plupart s'attachent à la clavicule, à

l'omoplate et aux côtes, toutes pièces essentiellement mobiles et qu'il est nécessaire de fixer au préalable, si l'on veut déplacer l'humérus avec une certaine énergie.

» Il est une condition très efficace pour réduire au minimum l'intervention de l'effort dans le travail musculaire, c'est l'éducation des mouvements. L'observation montre que des synergies inutiles de toute espèce se produisent avec exagération chez l'homme qui pratique un exercice auquel il n'est pas habitué. On « se raidit » toujours la première fois qu'on rame, qu'on danse, qu'on monte à cheval ou à bicyclette, et on raidit surtout les muscles expirateurs ; de telle façon que les mouvements les plus simples, qui pourraient s'exécuter avec une dépense de force insignifiante, mettent le novice en état d'effort constant : d'où l'essoufflement si rapide produit par les exercices qu'on ne sait pas faire. La maladresse dans l'exécution des mouvements est cause que la synergie d'effort intervient à tout propos là où elle est inutile. Et ce n'est pas seulement dans les exercices du sport ou de la gymnastique méthodique, c'est encore dans les actes les plus usuels de la vie, que l'éducation physique peut mettre le sujet à l'abri d'une cause grave d'usure du cœur et des vaisseaux, en lui donnant l'aptitude d'exécuter ses mouvements

avec la plus grande économie de force possible, c'est-à-dire avec le minimum d'effort. » (Lagrange.)

Il résulte de toutes les considérations qui précèdent que si nous ne pouvons agir directement sur les contractions du cœur qui dépendent de centres nerveux absolument soustraits à l'action de notre volonté, nous pouvons néanmoins, indirectement, par nos mouvements, exercer sur notre circulation une action qui sera tantôt utile, tantôt pernicieuse, suivant la façon dont nous les exécutons. L'éducation des mouvements devra donc être dirigée avec assez d'éclectisme pour leur faire produire un effet adjuvant et non une entrave de la circulation du sang, pour éviter l'effort et favoriser toujours l'aspiration thoracique, par des inspirations lentes, profondes et bien rythmées.

Influence des mouvements sur la respiration.

Tout comme sur la circulation, les mouvements peuvent exercer sur la respiration un effet utile ou un effet nuisible. L'excitant nécessaire de la fonction respiratoire, c'est la diminution de la quantité d'oxygène et l'augmentation de la quantité d'acide carbonique contenus dans le sang. Plus nous travaillons, plus nous fabriquons d'acide carbonique et plus nous consommons d'oxygène, car la contraction musculaire est, comme toutes les fonctions cellulaires, en définitive, une combustion. Aussi, voyons-nous bientôt notre respiration devenir plus active quand nous faisons des mouvements volontaires. Tant que cette augmentation de l'activité respiratoire reste dans certaines limites, l'effet en est excellent pour la raison que le cœur, comme nous l'avons vu précédemment, augmente son énergie et envoie plus de sang, non seulement aux parties qui travaillent, mais aussi à celles qui ne travaillent pas. Cet apport de sang, riche en oxygène, jusqu'aux cellules les plus profondément situées, amène une rénovation de l'organisme, dont nous sentons nous-mêmes les heureux effets, après une bonne promenade, par exemple.

Mais que le travail musculaire augmente en intensité, que nous gravissions rapidement une côte, par exemple, notre respiration devient bientôt haletante et si nous poussons l'expérience plus loin, le phénomène, s'accentuant, n'est plus seulement un malaise, mais il devient un danger. L'excitation des centres respiratoires est exagérée dans ce cas ; l'on dépasse la capacité respiratoire. « Or, c'est ce qui arrive, dit Lagrange, quand les muscles produisent en un temps donné plus d'acide carbonique et d'autres déchets de combustion que le poumon n'en peut éliminer dans le même temps », une véritable détresse se produit, suite de l'empoisonnement du sang ; nous appelons l'air avec angoisse et nous ne nous contentons pas de respirer plus rapidement, mais nous modifions complètement le rythme respiratoire. A l'état normal, l'inspiration est suivie sans intervalle de l'expiration ; puis vient un repos, après quoi, une nouvelle inspiration se produit et ainsi de suite. En cas de fort essoufflement, l'inspiration est séparée de l'expiration par un temps d'arrêt, pendant lequel la poitrine reste soulevée, et l'expiration, qui vient ensuite, est immédiatement suivie d'une inspiration nouvelle, à laquelle succède de nouveau l'arrêt, etc. Tout converge, dirait-on, vers l'inspiration qui engendre l'aspiration thoracique, active l'arrivée

du sang dans le thorax et doit amener un large contact entre le sang et l'oxygène de l'air. Mais cet effort n'est pas suivi de l'effet désiré, car, dans le dérèglement où la fonction respiratoire est jetée, les inspirations ne sont pas profondes et l'aspiration thoracique tombe, au contraire, en dessous de la normale. D'autre part, le cœur se précipite, se fatigue et faiblit; de sorte que la circulation qui devrait être plus rapide tout comme la respiration, puisque le concours de ces deux fonctions est indispensable pour produire sur le sang l'artérialisation de plus en plus nécessaire, la circulation, elle aussi, disons-nous, devient moins active et l'on se trouve dans un cercle vicieux où le dérèglement de la respiration agit sur le cœur et où l'affolement de celui-ci altère le mécanisme respiratoire. Lagrange, dans son excellent ouvrage sur *Le traitement des affections du cœur par l'exercice*, apporte des graphiques qui mettent bien en relief les modifications rythmiques de la respiration dont nous venons de parler.

Nous ferons une mention spéciale de l'essoufflement chez l'homme qui court; il est évidemment là, comme ailleurs, produit par l'exagération des combustions, l'excès d'acide carbonique et l'appel d'oxygène; mais il y a, ici, une condition physique particulièrement

défavorable car, dit TISSIÉ, « plus la vitesse de progression augmente, plus la respiration est difficile : les couches d'air traversées étant perpendiculaires à l'axe d'expiration buccale, forment un tampon d'autant plus résistant que la vitesse est plus grande ».

Si nous envisageons maintenant la question de savoir le degré d'influence que nos mouvements volontaires peuvent avoir sur la fonction respiratoire, nous rappellerons l'action directe que notre volonté peut exercer sur elle et la corrélation intime qui existe entre son exécution régulière et la bonne marche de la circulation sanguine.

Influence de nos mouvements sur les autres fonctions.

C'est un fait d'observation courante que nos mouvements, à condition qu'ils restent dans les limites physiologiques, exercent sur la nutrition, entendue dans son sens exact, c'est-à-dire la combustion intime de nos tissus, les échanges de matière entre nos cellules et le monde extérieur, exercent, disons-nous, l'influence la plus salutaire. Une foule de maladies sont dues à ce que les combustions organiques des personnes qui en sont atteintes, ne sont pas complètes ; aussi portent-elles le nom caractéristique de maladies par ralentissement de la nutrition : l'obésité, l'arthritisme, etc.

On ne peut dire que, dans la production de ces maladies, l'absence ou l'insuffisance des mouvements soit la cause unique ; il faut tenir compte d'autres conditions pathogènes, comme l'alimentation défectueuse, par exemple, la vie en air confiné, etc. Mais il résulte de l'influence favorable qu'exercent les mouvements sur la fonction circulatoire, sur la fonction respiratoire et sur la fonction digestive, qu'ils constituent le meilleur moyen pour assurer la rénovation cellulaire ininterrompue qu'exige la vie.

Rien ne vaut autant qu'un exercice modéré, une petite promenade, pour aiguiser l'appétit ou pour aider une digestion difficile. Les mouvements du corps ont donc aussi une action favorable sur la fonction digestive. Rien d'étonnant à cela si l'on songe qu'ils exaltent la vitalité cellulaire par une circulation plus active et une respiration plus complète, que par conséquent ils mettent les cellules dans des conditions meilleures d'assimilation des aliments : la faim correspondra même pour le tube digestif à l'appel d'oxygène qui est fait par les voies pulmonaires. Mais ce n'est pas seulement par cette action cellulaire profonde que nos mouvements activent les fonctions digestives ; la contraction des muscles abdominaux produit un effet immédiat sur l'estomac, l'intestin et en général sur tous les organes contenus dans le ventre : par les pressions, les malaxations, le véritable massage qu'elle exerce sur eux, elle active la circulation du sang et augmente l'énergie de leurs propres mouvements en exaltant leur péristaltisme. Tout est donc bénéfice dans cette action ; mais comme toujours, il y a le revers de la médaille ; nous savons très bien qu'un exercice un peu violent, fait après un repas, loin de favoriser la digestion, la compromet gravement et à cela rien de surprenant : la digestion est un travail qui

provoque un afflux de sang considérable, au tube digestif; ce n'est pas le moment de venir, par un autre travail important, appeler le sang en masse dans un autre département du corps. La modération, le choix du temps où on l'exécute, sont donc des conditions indispensables pour que l'exercice produise ses effets utiles.

Pour des raisons analogues à celles qui nous ont expliqué l'action des mouvements sur le tube digestif, on se représente sans peine l'effet utile qu'ils exercent sur les glandes : qu'elles soient situées au cou, comme la glande thyroïde, qu'elles se trouvent enfermées dans la cavité abdominale comme le foie, la rate, les reins, le pancréas : toujours ils activent leur circulation et provoquent les pressions si utiles pour les diverses sécrétions.

Leur action sur la peau n'est pas moins importante : ils font, comme chacun le sait, fonctionner régulièrement les glandes sudoripares et les glandes sébacées et c'est un parfait adjuvant de leurs fonctions dépuratives. Toutefois on ne peut oublier que des transpirations profuses (encore une fois l'excès), faisant perdre à l'organisme de trop grandes quantités d'eau en un temps donné, sont déprimantes et, par conséquent, nocives.

La fatigue et l'entraînement.

La fatigue est un phénomène très complexe qui se produit chaque fois que nous exécutons un travail dans des conditions de rapidité, de durée ou d'énergie qui dépassent nos moyens; elle se manifeste par des sensations localisées et des sensations générales. Examinons, par exemple, le cas d'une marche assez prolongée pour qu'elle produise chez nous la fatigue. D'abord, la progression est facile, tous les mouvements des membres inférieurs sont parfaitement libres; on éprouve une impression de légèreté, de force et de bien-être et une excitation somatique en rapport avec l'activement de la circulation et des échanges respiratoires dus à la contraction musculaire. Au bout d'un certain temps, la facilité des mouvements des membres inférieurs diminue, la sensation de bien-être disparaît; il faut un effort de volonté pour se mouvoir, les pieds paraissent plus lourds, le jeu des articulations, moins commode et la démarche est moins vive. Plus tard, la lourdeur des pieds s'accompagne d'une sensation désagréable dans les muscles de la jambe et de la cuisse, qui devient ensuite une véritable

douleur ; les membres inférieurs tout entiers semblent plus pesants ; la volonté doit intervenir de plus en plus énergiquement pour faire contracter les muscles, les mouvements perdent en précision, les pieds ne se lèvent plus franchement au-dessus du sol, la pointe bute contre les aspérités de la route. Un malaise général se manifeste, les sens perdent de leur acuité, la respiration est plus rapide et plus superficielle, le cœur bat plus vite et l'on perçoit ses battements ; le corps se couvre de sueur. Plus tard encore, la faiblesse générale devient extrême, tandis que la respiration est haletante, que les sens s'obnubilent de plus en plus, que la douleur dans les membres, mais surtout dans les pieds, acquiert une vive acuité, que les mouvements sont exécutés avec une difficulté extrême ; la volonté arrive à peine à les commander et finalement, épuisé, on s'affale, hébété, assoiffé, incapable de contracter encore un muscle, prêt à défaillir.

Comme on le voit d'après ce tableau, les sensations sont d'abord localisées aux muscles qui travaillent ; mais petit à petit, la gêne se généralise et le corps tout entier est à mal. Les pieds sont très douloureux et présentent un gonflement qui peut s'étendre assez haut sur la jambe : à cela rien d'étonnant d'ailleurs, si l'on se rappelle que les mouvements actifs

provoquent un afflux considérable de sang artériel dans les membres qui travaillent et même, si le travail se prolonge, dans toutes les parties du corps. Les veines, que nous avons vues dilatables à l'excès, se gorgent de sang et ne peuvent suffire à la tâche, qui serait de ramener le sang au cœur ; de là, la stase du sang veineux et le gonflement des membres qui s'en suit, gonflement bien appréciable d'ailleurs : le déplacement de l'eau dans un vase où l'on plonge le membre qui a travaillé est plus considérable que celui qui accompagne la plongée du même membre reposé.

Voilà donc un effet physique local bien en rapport avec les sensations localisées de la fatigue. Quant aux effets généraux, on en saisit l'explication partielle si l'on continue à observer ce qui se passe dans l'appareil circulatoire : les veines dilatées sont sans ressort pour chasser le sang au cœur qui aurait besoin, au contraire, d'une plus grande masse de sang pour équilibrer la diminution de tension et de volume subie dans les artères par suite de la succion exercée par les muscles en activité. Il en résulte que le cœur se contracte plus vite, s'excite, puis bientôt se fatigue et se surmène, d'autant plus qu'il est privé de l'aide que lui apporterait l'aspiration thoracique par une respiration profonde et bien rythmée. D'autres causes inter-

viennent d'ailleurs, nous le verrons plus loin, pour produire les modifications de l'état général dans la fatigue.

« Chez des pigeons qui venaient de parcourir la distance de 296 kilomètres (dit le Pr. Mosso dans sa lumineuse *Étude de la fatigue intellectuelle et physique*), et qui paraissaient peu fatigués, je trouvai une température rectale légèrement supérieure à la moyenne, 43° au lieu de 42°, mais les animaux qui ont fourni une longue course se refroidissent rapidement et quelques heures après leur retour, leur température était inférieure à celle des pigeons restés au colombier. Je voulais surtout étudier les modifications des muscles et du sang chez ces animaux, et je sacrifiai par décapitation deux pigeons qui venaient de faire le trajet de 500 kilomètres et, en même temps, deux pigeons normaux. La couleur des muscles pectoraux était plus brune, mais le fait le plus saillant, c'était la rapidité avec laquelle apparaissait la rigidité. Au bout de huit minutes, les pigeons fatigués étaient rigides, alors que les pigeons normaux n'avaient encore aucune trace de rigidité.

» Le muscle petit pectoral était plus pâle que le grand pectoral ; on peut expliquer cette différence par le fait que le petit pectoral travaille moins, sa fonction se bornant à soulever

l'aile. La majeure partie de la fatigue incombe certes au grand pectoral qui se trouve au-dessus de lui et qui donne le battement puissant de l'aile.

» Je dois rappeler une dernière observation faite ce jour-là, parce qu'elle est importante au point de vue des phénomènes de fatigue qui s'observent dans le système nerveux. Ayant mis à nu le cerveau des quatre pigeons sacrifiés qui avaient fait le voyage, je le comparais à celui de quatre pigeons restés au repos. La différence de couleur était si évidente que tous, dans le laboratoire, nous la distinguâmes. Chez les pigeons qui avaient voyagé, le cerveau était pâle, presque exsangue. On peut expliquer ainsi pourquoi nous-mêmes sommes incapables de faire un travail cérébral après une grande fatigue. »

La couleur brune des muscles pectoraux des pigeons sacrifiés dans l'expérience précédente, est bien la confirmation de ce qui a été dit plus haut : les muscles en travail sont gorgés de sang, mais d'un sang foncé qui a plutôt les caractères du sang veineux à cause de la difficulté de la circulation de retour.

Il est utile de mesurer la capacité de travail des muscles, autrement dit, la façon dont ils se fatiguent. C'est ce que fait le professeur Mosso au moyen de son ergographe, un ingénieux appa-

reil qui enregistre les contractions musculaires et fait voir toutes les modifications qu'elles subissent. Le protocole de ces expériences est le suivant : des contractions du même muscle sont provoquées à des intervalles égaux et utilisées pour produire un mouvement auquel on oppose la résistance d'un poids constant. L'amplitude du mouvement engendré par chaque contraction est enregistrée et donne la mesure de l'énergie de cette contraction. Mais, en se contractant ainsi, le muscle se fatigue et le mouvement engendré est moins étendu, jusqu'à devenir nul quand le muscle refuse de se raccourcir. En procédant ainsi sur des personnes bien portantes et reposées, il a été fait d'abord cette constatation intéressante, que nous avons tous notre façon caractéristique de nous fatiguer : chez les uns, la fatigue commencera à se produire déjà peu après le commencement du travail, mais n'augmentera que graduellement, lentement ; chez d'autres, le travail sera exécuté assez longtemps sans qu'il y ait la moindre trace de fatigue, mais alors en très peu de temps, d'un coup pour ainsi dire, elle arrivera et empêchera toute contraction. On obtient ainsi autant de courbes différentes qu'il y a de personnes soumises à l'expérience et les résultats obtenus sont constants pour chacune, c'est-à-dire que chaque fois qu'on enregistrera

la courbe de la fatigue de quelqu'un, fût-ce à des mois et des années d'intervalle, on obtiendra des tracés superposables, bien entendu si les conditions de l'organisme ne sont pas modifiées. Disons tout de suite que de toutes les modifications apportées à l'organisme, celles qui sont produites par l'exercice sont celles qui augmentent le plus la force des muscles.

Une autre constatation, non moins intéressante, réside dans le fait que la courbe du tracé de la fatigue d'un muscle est la même quand les contractions sont produites par la volonté du sujet en expérience ou par l'excitation électrique du nerf moteur (donc sans l'intervention des centres nerveux).

Il faut en conclure « que les muscles ont une énergie et une excitabilité propres, qu'ils usent indépendamment de l'excitabilité et de l'énergie des centres nerveux.

» Pour si complexe que soit l'acte psychique qui donne naissance à une contraction volontaire, nous devons, à la suite de ces expériences, reconnaître que la fonction des muscles est, par elle-même, non moins compliquée et que les changements qui se produisent dans l'état des muscles sont également caractéristiques. Nous devons donc, et c'est le résultat le plus neuf et le plus intéressant de ces recherches faites avec l'ergographe, rapporter à la

périphérie et aux muscles certains phénomènes de la fatigue qu'on croyait d'origine centrale (Mosso) ».

Maggiora a enfin démontré « qu'un travail effectué par un muscle déjà fatigué agit d'une manière plus nuisible sur ce muscle, qu'un travail plus grand accompli dans des conditions normales ».

Voici comment il le prouve : il avait d'abord trouvé qu'il faut un repos de deux heures, après un travail qui amenait l'épuisement musculaire, pour que les muscles fléchisseurs des doigts ne donnent plus de signes de fatigue et permettent d'obtenir avec l'ergographe des tracés identiques. Si, au lieu de deux heures, on ne laisse ces muscles qu'une heure en repos, le tracé est nettement différent du premier. Si maintenant on réduit de moitié le travail, si, par exemple, on ne provoque que quinze contractions au lieu de trente qui amènent l'épuisement du muscle, il faudra, pour obtenir un tracé superposable, soumettre le muscle au repos non pas pendant une heure, c'est-à-dire la moitié du temps de repos nécessaire après les trente contractions, mais pendant une demi-heure seulement.

Il faut en conclure que dans la série de trente contractions, les quinze premières provoquent un épuisement musculaire bien moins considé-

rable que les quinze dernières, et si l'on additionne le travail fourni par les fléchisseurs des doigts pendant les deux séries de quinze contractions on obtient un total bien supérieur à la somme de travail fournie pendant la série de trente contractions. Ce qui démontre qu'un muscle dont on ne provoque pas l'épuisement par la fatigue peut fournir un travail bien plus considérable que celui qu'on fatigue à l'excès.

Une expérience classique consiste à exciter le nerf sciatique d'une grenouille; il se produit aussitôt dans la patte une contraction; à chaque nouvelle excitation qu'on pratiquera succèdera une nouvelle contraction; mais ces contractions deviendront graduellement moins énergiques jusqu'à être complètement supprimées. Qu'on lave alors les muscles de cette patte en faisant passer, par l'artère qui leur apporte le sang dans les conditions normales, un courant de solution physiologique (eau 1000, sel 7) puis qu'on recommence l'excitation du nerf sciatique, la contraction se reproduit comme au début de l'expérience. Il faut évidemment en conclure que la cause pour laquelle le muscle avait cessé de se contracter était la présence, dans le sang de ce muscle, de substances que le lavage a chassées dehors; une seconde conclusion qui s'impose également c'est que pour le travail, c'est-à-dire la combustion que représente la

contraction du muscle, le contact de l'oxygène du sang n'est pas absolument indispensable puisque l'eau salée du lavage ne renferme pas d'oxygène. Il est probable que l'oxygène est combiné lâchement en quantité plus ou moins considérable avec les albuminoïdes de la fibre musculaire et que c'est cet oxygène qui sert dans les contractions ainsi provoquées. Les substances dont la présence dans le muscle entrave son travail sont d'abord l'acide carbonique, puis l'acide lactique et enfin des substances qui dérivent des albuminoïdes et nommées leucomaïnes par Gauthier qui les a isolées. Et ces substances doivent être ou brûlées par l'oxygène du sang ou détruites dans le foie ou éliminées par les reins. Si elles se produisent en trop grande quantité pour que leur destruction ou leur élimination ne puissent se faire complètement, elles se répartissent, grâce à leur transport par l'appareil circulatoire, dans toutes les régions du corps et la fatigue devient générale. Ainsi s'impose à l'esprit l'idée que la fatigue est véritablement un empoisonnement qui ne tarde pas à devenir général. Mais comme pour beaucoup de poisons, l'alcool par exemple, l'organisme peut réaliser vis-à-vis de ces substances une véritable accoutumance, c'est-à-dire qu'il arrive à en supporter sans inconvénient sérieux des doses

croissantes. Il faut pour cela de l'exercice et de l'habitude d'exercice, et, de cette façon, l'homme devient résistant à la fatigue des muscles et du cerveau.

Du cerveau, disons-nous, et c'est sur lui et les centres nerveux en général que nous devons maintenant fixer notre attention. Tout travail intellectuel suppose la mise en activité des cellules, de la couche corticale des hémisphères cérébraux et nous savons que le travail des cellules, quelles qu'elles soient, peut être assimilé à une combustion entraînant la production de déchets, de scories qui sont funestes à la vie cellulaire et doivent être éliminés, tandis que l'oxygène doit se renouveler pour permettre la continuité des réactions chimiques. Comme pour les muscles, la fatigue du cerveau surviendra quand l'élimination des produits de la combustion sera insuffisante. Et si nous avons pu constater la chose pour les muscles, dans l'expérience où l'on pratiquait le lavage des muscles de la grenouille, nous avons une preuve analogue, quoique moins directe, pour ce qui concerne le cerveau ; la voici telle que la rapporte le Professeur Mosso :

« Les hémisphères cérébraux sont si sensibles à toutes les causes qui ralentissent leur nutrition, qu'en diminuant, même pendant quelques secondes, la quantité de sang qui afflue au

cerveau, la conscience s'évanouit immédiatement.

» C'est une expérience que j'ai faite sur le même Bertino dont j'ai publié l'histoire dans mon livre de *La Peur*.

» Bertino avait une ouverture large de 2 centimètres dans la région frontale, je la recouvris avec une lame de gutta-percha qui portait à son milieu un tube de verre ; ce tube se continuait avec un autre tube de caoutchouc qui allait se réunir à un tambour à levier, lequel tambour, par le moyen d'une plume, inscrivait le mouvement transmis par le cerveau à l'air contenu dans l'appareil explorateur.

» J'avais expliqué d'abord à Bertino ce dont il s'agissait, et je l'avais prié de faire bien attention à tout ce qu'il éprouverait durant l'expérience, pour pouvoir le dire après. Le docteur de Paoli s'assit en face de lui et appliqua les deux pouces sur les carotides. De mon côté, pendant ce temps, je regardais la plume de l'instrument qui enregistrait sur un cylindre enfumé les pulsations du cerveau. Le docteur de Paoli commença à comprimer légèrement les artères ; quand je vis que le pouls disparaissait, je fis cesser la compression.

» Tout était ainsi prêt pour l'expérience. Bertino ne dit rien. L'appareil fut mis en mouvement. A un signal, on comprime les carotides.

Les deux premières pulsations sont plus élevées; mais la troisième est déjà moindre, et le cerveau diminue de volume rapidement. Après la huitième systole, le pouls se ralentit, et les pulsations sont à peine visibles. A la douzième pulsation, c'est-à-dire après huit secondes environ d'anémie cérébrale, Bertino tomba dans un accès de convulsions. En le regardant, je vis que son visage était pâle, ses yeux convulsés en haut, et je fis cesser la compression des carotides. Bertino ouvrit les yeux comme étourdi. L'enregistrement du pouls cérébral continua sans interruption. Bertino dit qu'il avait vu tout s'obscurcir, mais qu'il n'avait éprouvé rien de désagréable. Certainement il avait perdu connaissance, parce que, dans le premier moment, il fut très étonné de se trouver là et dans cette situation. Il cracha et accusa une légère sensation de nausée. Peu après, il nous invita à recommencer. Nous restâmes émerveillés de ce sang-froid, et, comme nous l'avions vu, tandis qu'il était privé de connaissance, secouer convulsivement ses mains, les yeux contractés, nous n'eûmes plus le courage de répéter ce jour-là aucune autre expérience sur l'anémie cérébrale.

» Un autre tracé fut pris 20 secondes après la fin des convulsions. On constate dans ce tracé, recueilli après l'anémie du cerveau, l'augmentation de la hauteur des pulsations. Cette

augmentation ne dépend pas de ce que le cœur battait plus fort. C'est un phénomène tout à fait local : c'est un relâchement des parois des vaisseaux sanguins, produit par la diminution de la circulation sanguine. Cette paralysie des vaisseaux est un fait qui peut se démontrer avec la plus grande facilité dans le bras, en pressant avec le doigt l'artère humérale, pendant un certain temps, et puis en laissant de nouveau libre la circulation du sang. Des troubles identiques doivent se produire dans les cellules du cerveau, et la paralysie doit être beaucoup plus prompte, puisque, en moins de six ou sept secondes, la conscience est déjà évanouie.

» La grande impressionnabilité des vaisseaux sanguins dans le cerveau et leur dilatation, pour tout trouble de la nutrition qui diminue l'afflux du sang, constituent un des mécanismes par lesquels la nature assure les fonctions des organes les plus importants dans la vie. En effet, le moyen le plus efficace pour réparer immédiatement les dommages produits dans la nutrition, et, par suite, dans les fonctions du cerveau, et de toute autre partie du corps à la suite d'une diminution ou d'un arrêt de la circulation, consiste précisément à pourvoir par une dilatation automatique à un afflux plus copieux de sang.

» Si quelqu'un veut savoir, par une expérience faite sur lui-même, l'importance de la circulation sanguine dans les fonctions nerveuses, qu'il ferme un œil avec la main et, tandis qu'il regarde avec l'autre œil, qu'il comprime légèrement celui-ci, avec le bout de l'index au niveau de l'angle externe des paupières. Au bout de huit à dix secondes, la vue s'obscurcit et les objets deviennent confus. L'anémie produite par la compression de l'œil est déjà suffisante pour empêcher les fonctions de la rétine. Si on se rappelle que les muscles peuvent encore se contracter 20 minutes après l'interruption de la circulation, on verra que le cerveau doit être considéré comme l'organe qui a le plus besoin d'un renouvellement actif de matière pour fonctionner. Mais ce rapprochement n'est pas complet. Le cerveau, en effet, reçoit le sang de quatre grandes artères dont deux sont situées profondément contre les vertèbres cervicales ; ce sont les artères vertébrales. Dans l'expérience faite sur Bertino, nous avons comprimé seulement deux artères, les carotides ; par suite, on n'a diminué que de moitié le courant sanguin qui va au cerveau, et pourtant cela suffit pour abolir la conscience. »

Voilà donc matériellement expliqués ou exposés les phénomènes qui constituent la fatigue intellectuelle. Elle est, en somme, abso-

lument de même nature que la fatigue musculaire.

Des faits d'observation le prouvent d'ailleurs, tel celui-ci : l'impossibilité où nous sommes de fournir un travail intellectuel un peu intense, quand nous nous trouvons épuisés par un travail physique considérable. Et l'inverse : le cas par exemple du Dr Maggiora, rapporté par le professeur Mosso, qui après la fatigue intellectuelle produite par une longue séance d'examen, ne peut enregistrer à l'ergographe que douze contractions des muscles fléchisseurs provoquées par le même courant électrique qui, avant cette séance, en provoquait cinquante-trois. « Ce n'est donc pas seulement la volonté, remarque Mosso, mais aussi les nerfs et les muscles qui s'épuisent après un travail intense du cerveau. »

Rien d'étonnant à cela pour le surplus, si l'on se rappelle que toutes nos contractions musculaires sont commandées par les centres nerveux, centres de l'écorce corticale des hémisphères dans les mouvements volontaires conscients, centres de la moelle ou centres supérieurs dans les mouvements automatiques. Ces commandements venus des centres nerveux, résultent de la mise en activité de nos cellules nerveuses, tout comme le travail intellectuel lui-même et voilà donc détruit le préjugé d'après lequel on devrait considérer la fatigue

physique comme un repos pour la fatigue nerveuse. Il n'y a pas deux fatigues : l'une physique, l'autre intellectuelle, il n'y a qu'une fatigue, pour la production de laquelle l'élément causal est, dans un cas, le travail des cellules nerveuses seul, tandis que, dans l'autre cas, il est constitué par le travail des cellules nerveuses, combiné avec le travail des fibres musculaires. Et si l'on se souvient des rapports intimes qu'il y a entre le mouvement et la pensée, de l'influence du système musculaire sur le système nerveux, si l'on réfléchit à ce que toutes les excitations appliquées sur le muscle agissent également sur le nerf, car le muscle n'est à proprement parler que l'organe terminal des nerfs moteurs (Landois), on doit conclure que la fatigue est une et pourrait se dénommer l'épuisement de l'appareil neuro-moteur.

« C'est donc une erreur physiologique d'interrompre les leçons pour faire faire aux écoliers des exercices gymnastiques, dans l'espoir qu'on diminuera ainsi la fatigue du cerveau. En obligeant le système nerveux à un effort musculaire, quand il est épuisé par un travail intellectuel, on trouve des muscles moins aptes au travail, et nous ajoutons à la fatigue précédente une fatigue de même nature et qui nuit également au système nerveux. Pour se reposer, le

mieux est de rester immobile et de distraire son esprit. Il faut laisser les enfants jouer et se divertir dans un air libre et pur ».

Disons maintenant un mot de l'entraînement. Tissié le définit : « L'entraînement a pour but la forme, c'est-à-dire la mise du corps humain dans un tel état qu'il puisse fournir le maximum de travail avec le minimum d'énergie ». L'on peut aussi dire que l'entraînement est l'accoutumance aux poisons de la fatigue combinée avec l'économie dans le travail accompli. On arrive par l'entraînement à se fatiguer moins et à mieux supporter la fatigue.

D'abord on fait une économie de travail et, par conséquent, de fatigue, en éduquant ses mouvements dans le sens de la précision, on limite les contractions au strict nécessaire, en évitant les synergies musculaires inutiles : l'économie porte de cette façon, cela va de soi, sur le travail musculaire lui-même et sur le travail des centres nerveux qui le provoquent : en somme, moins de fibres musculaires et moins de neurones entrent en activité. On fait également économie de travail en transformant par leur répétition les mouvements conscients, nécessitant l'action des cellules nerveuses de la couche corticale des hémisphères, en mouvements automatiques qui ne nécessitent que l'action des cellules nerveuses des centres médullaires.

Ce premier résultat obtenu, l'économie, on recherche le second par la progression graduelle de l'effort quotidien. Il faut pour cela beaucoup de prévoyance et de patience, car l'effet est lent à se produire. Mais si on arrive à supporter des doses croissantes des poisons de la fatigue, on tâche d'en éliminer le plus possible. Nous savons qu'une des voies naturelles de cette élimination sont les poumons, or, nous pouvons agir avec beaucoup de fruit sur la synergie respiratoire. D'après Tissié, si on représente par 1 la quantité d'air nécessaire aux combustions organiques, quand nous sommes au repos dans la position horizontale, il faut 1,90 pour les combustions nécessitées par une marche modérée, 2,76 pour celles qu'exige une marche rapide, 4,3 pour les combustions produites pendant la natation et 7 pour les besoins de la course rapide. On voit donc une proportion d'air croissant proportionnellement au travail fourni. Or, suivant que nous respirons d'une façon calme et superficielle ou que nous respirons très profondément, nous faisons varier la quantité d'air absorbée par les poumons dans des limites qui vont de 1/2 litre à 2 litres 1/2, à 4 litres suivant les sujets. Nous devons donc tâcher de disposer, autant que possible, de notre capacité vitale, c'est-à-dire de la quantité maximale d'air que nous pouvons introduire

dans nos poumons et en expulser. Pour cela, il faut respirer sans précipitation, profondément et par le nez. La respiration nasale, la chose a été démontrée notamment par Rosenthal, donne un rendement, comme quantité d'air circulant dans les poumons, bien supérieur à celui que donne la respiration buccale ; nous laissons de côté les autres avantages qui résultent de cette façon de respirer ; le nez est, peut-on dire, la porte d'entrée de l'appareil respiratoire comme la bouche est celle du tube digestif. A nos inspirations profondes, correspondent tous les avantages que nous avons fait ressortir de l'aspiration thoracique.

DEUXIÈME PARTIE

La gymnastique.

La revue trop sommaire que nous venons de faire des différentes fonctions de l'organisme et de leurs relations multiples, était indispensable pour servir de base à ce chapitre, et nous permettre d'examiner rapidement les buts de la gymnastique et les moyens de les atteindre.

La gymnastique ne peut plus être considérée simplement comme une série plus ou moins longue de mouvements divers, destinés à développer les muscles du corps humain. La conception qu'on s'en fait aujourd'hui s'est élargie parallèlement à l'élargissement qu'a subi l'idée du mouvement lui-même. Si l'on se rappelle que le mouvement est l'aboutissement de l'activité des centres nerveux qui président à la vie consciente et à la vie automatique, qu'ils sont eux-mêmes parmi les principaux agents qui modifient les cellules nerveuses, notamment celles de la couche corticale grise des hémisphères cérébraux, et les enrichissent de propriétés réactionnelles neuves et précieuses; si l'on se rappelle l'influence réciproque

qu'exercent les uns sur les autres les appareils psycho-moteurs et les appareils de la vie végétative, on aperçoit les buts multiples et élevés que doit poursuivre une gymnastique rationnelle. C'est vers une large éducation des mouvements qu'elle doit tendre avant tout, c'est-à-dire vers la création d'une collection aussi riche que variée de centres neuro-moteurs qui soient, sous la volonté de l'homme, ce qu'est le clavier sous la main du pianiste. Celui-ci n'a qu'à pousser du doigt une touche pour produire le son qu'il désire, de même la volonté de l'homme, qui a exercé son corps, n'a qu'une excitation à lancer sur tel centre automatique artificiellement créé, pour produire le mouvement dont l'utilité ou la nécessité a provoqué son intervention. Il en résulte une exécution rapide et précise des ordres venus de la volonté, puisque la couche corticale des hémisphères n'a pas à intervenir, ou du moins n'a à intervenir que pour des combinaisons simples, ayant pour but la mise en action simultanée de plusieurs centres neuro-moteurs. Un tel résultat est certainement une économie de temps et de travail, puisqu'il évite les tâtonnements qu'entraîne l'exécution de mouvements nouveaux, volontaires et conscients, et de plus il laisse à la couche corticale du cerveau une indépendance et une aptitude pour d'autres travaux

simultanés, qu'elle ne pourrait jamais garder, si son activité était contrainte de s'éparpiller à envoyer les multiples excitations qu'exigent les mouvements, pour lesquels un centre automatique n'est pas réalisé.

La richesse et la variété de la collection exigeront naturellement la création d'un nombre considérable de centres neuro-moteurs : les uns auront pour caractère spécial la localisation du travail musculaire à tel ou tel groupe, ou même à telle ou telle unité musculaire. Nous savons par expérience combien, quand nous manquons d'exercice, nous faisons des mouvements inutiles ou nuisibles, pour exécuter un mouvement nouveau, souvent très simple d'ailleurs. C'est que, comme une machine dont les courroies de transmission seraient trop larges, et entraîneraient dans leur course des rouages qui devraient rester immobiles, nous lançons alors l'influx nerveux un peu à tort et à travers, et provoquons des mouvements que notre volonté ne réclamait nullement. Les autres, au contraire, seront des modèles d'association de mouvements ; si la contraction isolée d'un groupe musculaire demande déjà un effort si ardu, il va de soi que la complexité des contractions ne fait qu'augmenter la difficulté à vaincre.

L'organisation de centres réglant des syner-

gies musculaires multiples et complexes, s'impose donc à toute évidence : synergies musculaires d'un segment de membre ou de plusieurs segments de membres, synergies des muscles symétriques ou asymétriques, synergies de muscles appartenant aux deux membres supérieurs et à un membre inférieur et vice-versa, synergies de muscles des quatre membres à la fois, synergies des muscles du tronc ou d'une moitié du tronc, et d'un ou de plusieurs membres. On voit combien le champ est vaste. Mais, de plus en plus, toutes ces synergies pourront être variées dans leur modalité, suivant qu'elles déploieront plus ou moins de force, plus ou moins de fatigue. Il y a dans ce sens encore toute une gamme de modèles à créer, puisqu'il faut qu'on soit prêt à produire des travaux, dont la caractéristique soit la délicatesse, comme des travaux dont la caractéristique soit la force, comme des travaux de rapidité, comme des travaux de lenteur, et tout convergera vers le minimum d'effort et de travail, avec un maximum d'effet utile. De plus on créera tous ces modèles de synergies, tous ces centres neuro-moteurs de façon à ce qu'ils concourent, loin de l'entraver, à assurer le libre et franc jeu de tous les appareils de la vie végétative. Jeu de la respiration d'abord : nous savons son importance, nous savons

quelle action compensatrice, si nous pouvons ainsi dire, elle doit exercer des effets de la fatigue. Non seulement aucune association synergétique des muscles ne pourra la limiter, mais toutes, dans la mesure du possible, auront pour objectif d'augmenter les diamètres antéro-postérieur, les diamètres latéraux, et l'axe vertical de la cage thoracique.

Elles assureront un soulèvement maximum des côtes supérieures comme des côtes inférieures et un profond abaissement de la voûte diaphragmatique pendant l'inspiration et, en tout temps, un redressement maximum de la colonne dorsale, ce qui a pour effet d'écarter les côtes et d'allonger le thorax. Le rythme respiratoire sera respecté dans ses deux temps. On assurera, de cette façon, la large aération des poumons qui, comme un coup de vent pénétrant dans une place dont on a ouvert portes et fenêtres, et chassant poussières et fumées, balayera les produits et déchets des combustions organiques.

Fonction de l'appareil circulatoire ensuite : inséparable d'ailleurs de celle de l'appareil respiratoire, si nous nous rappelons le rôle essentiel que joue l'aspiration thoracique, en suçant en quelque sorte le sang des veines caves, jusque dans le cœur droit, et l'augmentation de pression dans la cavité abdominale,

coïncidant avec chaque inspiration, qui sert, puissamment aussi, à chasser dans le thorax le contenu des grosses veines de l'abdomen.

Puis, fonctionnement de l'appareil digestif, par le développement d'une bonne musculature des parois abdominales, et le massage auquel elle le soumet, et surtout par les mouvements du diaphragme, qui agissent dans le même sens que les contractions des muscles abdominaux.

Puis, fonctionnement des organes dépurateurs, à la tête desquels viendront encore les poumons, dans leurs larges incursions, ensuite le foie et les reins, qui bénéficieront des malaxations que font le diaphragme et les muscles abdominaux, des organes contenus dans le ventre.

Enfin, le mécanisme de la calorification, qui sera, à son tour, mieux réglé ; d'abord par une respiration lente et profonde, grâce à l'évaporation pulmonaire qui l'accompagne et au refroidissement qui s'ensuit, puis par la mise en activité des glandes de la peau, qui exerceront leur action dépurative d'abord et, par l'évaporation de la sueur, le refroidissement du corps.

A propos de chacune de ces fonctions, nous insistons de nouveau et à dessein, sur le rôle prépondérant que joue dans tout cela l'appareil respiratoire. C'est ce rôle si important qui

permet à Tissié de lancer son aphorisme : « la gymnastique doit être respiratoire » ; et, en effet, si les synergies musculaires favorisent le large jeu des poumons, elles pourront être excellentes, c'est-à-dire qu'elles le seront, si elles réunissent quelques autres conditions qui les font converger vers leur but, mais si elles entravent les fonctions respiratoires, elles seront détestables, quand même elles réuniraient à merveille toutes les autres conditions requises.

Nous revenons également sur l'éducation particulière qu'exige la musculature des parois abdominales que nous voulons fortes à la fois et extensibles. Et il n'y a, par le fait, aucun antagonisme entre la force des muscles et leur extensibilité, comme la possibilité d'exécuter avec un muscle un travail délicat n'exclut nullement la possibilité d'exécuter avec le même muscle un travail énergique : tout est affaire d'éducation pour produire des résultats aussi différents. Nous la voulons forte, disons-nous, parce que telle, elle exercera, comme nous l'avons dit déjà, des massages on ne peut plus utiles des organes contenus dans la cavité abdominale, remplira sans défaillance son rôle expulseur des résidus de la digestion, empêchera la ptose, c'est-à-dire la chute des organes, si fréquente de nos jours, luttera

avantageusement contre la production des hernies, favorisera la circulation générale, nous l'avons déjà expliqué, et la circulation locale, et portera, de la sorte, un obstacle vainqueur à la distension des veines hémorroïdales et, par tous ces effets enfin, exercera un rôle préventif et curateur de l'importante classe des neurasthénies, qui sont la suite naturelle des troubles fonctionnels ou circulatoires des viscères abdominaux.

Nous la voulons aussi extensible, pour que l'évolution de l'état gravidique reste normale, et ne laisse pas, après elle, les éventrations qui déforment et affaiblissent tant d'organismes féminins; pour qu'elle n'oppose pas une résistance trop pénible, comme c'est si souvent le cas, aux augmentations de volume qui accompagnent une foule d'états morbides des organes du ventre. On le voit, il est de toute nécessité de pouvoir contracter énergiquement, comme de pouvoir relâcher ses muscles abdominaux.

La création des centres neuro-moteurs variés, qui constitue peut-on dire le but immédiat de la gymnastique, ne se fera pas d'un seul coup, elle exigera du temps, de la patience et du travail; mais ce travail lui-même ne sera pas perdu, car il permettra d'atteindre des buts qui, pour ne pas être immédiats, n'en sont pas moins précieux. Et avant tout, la vigueur

physique ; nous savons qu'une excitation modérée active l'action du cœur, dilate les artères, augmente l'intensité des combustions organiques, exalte la vitalité cellulaire et sa capacité énergétique.

Chaque séance de gymnastique donnant ces résultats, la totalité des séances donnera un résultat global, qui sera la somme des résultats partiels, qui sera même supérieur à cette somme, en vertu des lois de l'entraînement, surtout de l'accoutumance à la fatigue, et le gain de capacité énergétique ne sera pas le bénéfice exclusif des seules fibres musculaires striées que nous contractons dans nos mouvements, mais il sera réparti à tous les tissus, à tous les organes du corps humain, puisque les synergies musculaires provoquées ne sont bonnes, nous l'avons dit, que si elles rendent plus actives les fonctions de la vie végétative. On comprend l'influence heureuse qui s'ensuit pour la santé et, si la somme de travail fournie à chaque séance est sagement progressive, l'augmentation de la force musculaire et de la résistance à la fatigue qui se produit. Le corps gagne en force et en souplesse, grâce à l'augmentation de leur jeu, qu'acquièrent toutes les articulations du corps et notamment celles du tronc ; augmentation de jeu intimement liée, d'ailleurs, à l'augmentation d'énergie, car

on ne pourrait appeler souplesse la qualité d'un corps dont toutes les articulations seraient rendues plus mobiles, tandis que les muscles manqueraient de force. Les mouvements deviennent plus précis, vont droit au but, ils gagnent en rapidité, en assurance, toutes choses qui donnent la perfection du travail au point de vue de la quantité et du fini de l'exécution.

Grâce à l'indépendance acquise des différents groupes musculaires, on peut faire exécuter en même temps à différents membres, des mouvements très divers, et encore ainsi réaliser une économie de temps. Tous ces bénéfices seront assurés dans les différentes positions de l'homme : debout, assis, couché, etc., et de leur réunion sortira un effet esthétique intense : l'image d'un corps humain vigoureux, agile, gracieux dans ses mouvements, maître du dernier de ses muscles, harmonieux dans ses formes, une image de beauté. Enfin, pour couronner l'œuvre : l'affinement du sens musculaire, la puissance de la volonté, la sûreté du coup d'œil, la rectitude dans le jugement, la discipline intellectuelle, un psychisme plus élevé.

Voilà les buts de la gymnastique et certes ils sont de nature à tenter les personnes, et elles sont nombreuses, qui ont souci d'une humanité meilleure pour elles-mêmes et pour

leurs semblables. On pourrait croire, à leur lecture, que s'efforcer de les atteindre constitue une tâche des plus malaisées. En réalité, il n'en est rien, car ils ne requièrent pas l'emploi de machines compliquées et d'engins multiples. Ils exigent seulement une volonté persévérante, la continuité dans l'effort, et l'horreur des à peu près, et, à ce prix, ils sont accessibles à tout le monde.

D'une façon théorique, et par conséquent générale, voyons maintenant les moyens d'y arriver. La nature nous a pourvus d'un certain nombre d'articulations pouvant exécuter chacune une série de mouvements. Voilà l'instrument qu'il s'agit de perfectionner, non pas en tentant de lui faire produire des effets en contradiction avec ses conditions mécaniques (il serait absurde par exemple de s'exercer à faire le grand écart, car sa réalisation ne serait pas possible sans léser les articulations des hanches, qui opposent à l'abduction forcée le choc du grand trochanter contre l'os iliaque), mais en s'efforçant de lui faire produire tous les effets en rapport avec sa structure, et par « tous les effets » nous entendons les mouvements complets dont les articulations peuvent être le centre, avec toutes les modalités possibles d'énergie et de vitesse. Aucun segment de membre n'est superflu,

aucune articulation n'est de trop dans l'organisme humain, il n'y a donc pas de raison de négliger dans l'éducation un seul des mouvements qu'a prévus la nature. Mais, faut-il leur donner à tous la même importance en gymnastique? En principe, oui, en pratique, non; car il faut tenir compte des nécessités courantes de la vie, et si nous avons la possibilité de marcher sur nos mains, par exemple, il est clair que c'est sur nos pieds que nous devons le faire et le faisons, et que par conséquent l'éducation de la marche sera une impérieuse nécessité, tandis que la progression sur les mains pourra parfaitement être laissée de côté.

Mosso, Lagrange, Tissié, Demeny et en général tous les physiologistes qui se sont occupés des questions d'éducation physique, sont unanimes à dire que, au point de vue de l'énergie des contractions qu'on leur demande, on doit donner, dans la gymnastique, aux muscles des membres inférieurs, une prédominance marquée sur les muscles des membres supérieurs. Le volume respectif de ces muscles même, montre déjà qu'il serait illogique d'en agir autrement. « Une distinction des plus caractéristiques entre l'homme et les animaux, écrit Mosso, est dans le siège, qu'aucun animal ne possède aussi développé et aussi lourd. » Ainsi donc, l'anatomie et la physiologie nous

montrent nettement la voie. Est-ce à dire qu'il faudra laisser à l'arrière plan les exercices des membres supérieurs ? Nullement, car rien ne nous est plus précieux, ni d'un usage plus fréquent, que les mouvements de nos bras et de nos mains ; seulement, c'est plus dans le sens de la précision, de la rapidité et de l'amplitude, que dans le sens de la force, qu'il faudra pousser leur éducation.

Pour arriver à l'indépendance des mouvements, il faut immobiliser toutes les parties du corps, sauf celle sur laquelle doit s'exercer l'action du muscle ou du groupe musculaire qu'on veut débarrasser des contractions parasites. L'immobilisation sera passive ou active ; passive, si on donne un point d'appui à toutes les régions du corps, comme dans le décubitus par exemple ; active, si c'est par la contraction de groupes musculaires plus ou moins nombreux qu'on la produit ; tel est le cas de la position debout.

Pour le développement des centres d'associations de mouvements, les combinaisons se présentent à l'infini, et les parties du corps qui ne doivent pas participer au mouvement, seront immobilisées, elle aussi, de façon passive ou active.

Les exerçices d'équilibre seront des plus utiles, d'abord, parce qu'ils exigent la modifi-

cation continuelle des synergies musculaires pour que le centre de gravité du corps reste au-dessus de la surface très limitée de sustentation ; ensuite, parce que, exécutés à des hauteurs de plus en plus grandes, ils mettront à l'abri ou débarrasseront du vertige, ce phénomène qui est paralysant par essence.

Qu'il s'agisse d'exercices de dissociation ou d'exercices d'association de mouvements, la première condition requise pour leur exécution est l'exactitude ; il faut donc, au préalable, s'en faire une représentation mentale très nette, et ne se tenir pour satisfait, que quand on les a réalisés d'une façon parfaite ; l'action éducative du mouvement ne se produira qu'à ce prix.

Une seconde condition non moins importante au point de vue éducatif est la répétition du mouvement : une fois un type de mouvement adopté et parfaitement réalisé par l'action de la volonté consciente, il s'agit de lui constituer un centre neuro-moteur automatique ; nous savons que c'est par la répétition patiente de ce mouvement qu'on obtiendra ce résultat. Le mouvement se répètera en conséquence plusieurs fois de suite, pendant plusieurs jours consécutifs.

Il s'agira alors de lui imprimer des modalités variées au point de vue de la vitesse, de l'énergie et de l'amplitude ; modalités dont les

types seront, eux aussi, fixés dans nos centres nerveux, toujours par le même moyen de la répétition patiente.

Quelle que soit la position adoptée pour l'immobilisation des parties du corps qui n'interviennent pas dans la production d'un mouvement, il sera d'une importance capitale, c'est bien évident, que cette position soit par elle-même favorable au jeu des organes internes, car s'il en était autrement, la base même de l'éducation des mouvements serait vicieuse, et les résultats déplorables. De plus, cette position de départ doit être gardée irréprochable pendant toute la durée du mouvement. Si l'on se demande en quoi consiste au juste cette position, on peut dire qu'elle a surtout pour caractère de permettre à la poitrine de se déployer dans tous les sens, que, par conséquent, la colonnne dorsale doit être étendue, redressée, les côtes, projetées en avant, les épaules, en arrière et en bas, et la tête, portée en arrière et en haut (sans pour cela basculer en arrière), la nuque venant à peu près dans le prolongement de la ligne de la partie postérieure du cou. La symétrie du corps ne doit jamais être perdue de vue dans les préoccupations du gymnaste; aussi s'impose la nécessité d'exécuter en double chaque exercice qui, par lui-même, ne fait pas entrer les muscles en

action d'une façon symétrique : la seconde exécution sera le contre-pied de la première, c'est-à-dire que tous les muscles du côté droit du corps se comporteront, pendant la seconde, comme s'étaient comportés ceux du côté gauche pendant la première exécution, et vice-versa.

Mosso déclare : « Je ne crains pas d'affirmer que le but suprême de la gymnastique doit être de rendre robuste, d'habituer les organes internes, le système nerveux et le cœur aux poisons de la fatigue, c'est-à-dire aux produits de la destruction plus rapide de notre corps par l'effet du travail. » Aussi, pour arriver à ce résultat, il sera nécessaire de graduer les séances de gymnastique au point de vue de la quantité de travail qu'elles demandent ; nous avons vu qu'on arrive à supporter des doses croissantes des poisons de la fatigue. Si donc le surmenage est à éviter, surtout lorsqu'il s'agit d'enfants ou de jeunes gens en pleine période de développement, c'est-à-dire à un âge où les combustions organiques ont déjà naturellement une intensité toute particulière, on ne doit pas, d'autre part, être timide et se contenter d'exercices de parade. L'idéal serait de faire dépenser à chacun dans la séance de gymnastique, la dose d'énergie nécessaire pour provoquer en lui un ébranlement nutritif intense, si nous pouvons ainsi dire, allant jusqu'au seuil de l'intoxication.

Mais cette dose est très relative, très variable d'individu à individu; aussi ne pourrait-on adopter une règle générale à ce sujet, et il y a lieu de laisser sous ce rapport à chaque gymnaste une initiative telle qu'il puisse se reposer quand il sent apparaître en lui les signes d'une fatigue un peu forte. Et pour tous d'ailleurs, des repos doivent être ménagés entre les différents exercices, et de la liberté; que la jeunesse retrouve ses droits, et ne voie pas dans la gymnastique qui doit la rendre forte et belle, un carcan de genre particulier qui la jugule dans sa naturelle exubérance.

Nous ne dirons qu'un mot des engins de gymnastique.

Presque tous les appareils de suspension : les barres fixes, les barres parallèles, le trapèze, les anneaux doivent être complètement délaissés; la physiologie représentée par les Mosso, Lagrange, Tissié, etc., les a condamnés, parce que d'abord, ils font aux exercices des membres supérieurs une part prépondérante, tout à fait disproportionnée avec la force et les fonctions naturelles de ces membres, parce que la résistance qu'ils opposent, est constante dans sa direction, et toujours égale au poids du corps (ce qui, en beaucoup de cas, est excessif), parce que, enfin, ils ne permettent que des positions et des mouvements dont beaucoup gênent les fonctions de l'appareil respiratoire.

Si un point d'appui est parfois nécessaire, les gymnastes pourront, dans la plupart des cas, se le fournir mutuellement. Nous ne parlerons pas ici des engins usités dans la gymnastique suédoise, nous aurons bientôt l'occasion de nous en occuper. Nous ferons encore une remarque : si la séance de gymnastique doit provoquer des échanges nutritifs plus intenses et nécessite, par conséquent, des absorptions d'oxygène plus considérables, il est de toute évidence qu'elle ne peut se faire que dans un endroit particulièrement bien aéré, au grand air même, de préférence : que les poumons puissent jeter à tous les vents leurs déchets, qui deviennent, à l'instant, de par leur dissémination, inoffensifs ; qu'ils pompent avec avidité un air de pureté et de rénovation.

Quelques idées de Ling, le chef de l'école suédoise de gymnastique.

On trouve, dans un petit livre intitulé : « Ling, créateur de la gymnastique suédoise et ses principes » et signé « une moscovite », l'expression des idées de Ling sur la gymnastique et les règles générales qu'il a fixées pour le développement du corps. Nous croyons utile de rapporter ici intégralement les unes et les autres, car rien ne pourrait mieux faire ressortir l'esprit dans lequel fut conçue la méthode de gymnastique suédoise [1].

« L'anatomie, écrit Ling, cette saine genèse qui met sous nos yeux la grande œuvre du Créateur, qui nous apprend, en même temps, la nullité et la grandeur de l'homme, doit être le meilleur document du gymnaste ; celui-ci ne devrait pas considérer les organes du corps comme une masse mécanique, mais animée dans toutes ses parties et, par conséquent, comme un instrument toujours vivant de l'âme. »

« Pour démontrer la nécessité et l'utilité des exercices de la gymnastique, il faut en chercher les raisons dans les lois mêmes de l'organisme

---

(1) Nous transcrivons le texte de la « moscovite » sans lui faire subir aucune retouche.

humain et ce n'est qu'à ces conditions que l'on arrivera à une conception plus claire et plus précise de la gymnastique. »

« Chez un homme sain, tout mouvement qui est régulier ou normal, c'est-à-dire basé sur les lois de l'organisme, est aussi salutaire que beau et bon dans son genre, car la vérité, la santé et la beauté ne font qu'une seule et même chose : ces trois qualités ne peuvent être exprimées que par un seul mot : « l'harmonie. »

« En général, les mouvements actifs accroissent la vitesse du courant sanguin centrifuge et rendent la nutrition plus active; les mouvements passifs, au contraire, augmentent et favorisent l'absorption veineuse. Il convient toutefois de remarquer que ces mouvements, dans certains cas, excitent le principe réflexe des nerfs cutanés et peuvent ainsi accroître ou régulariser l'activité physiologique d'un organe interne quelconque. Du rapport constant entre les vaisseaux et les nerfs, dépend la vie même des muscles. La force musculaire et l'élasticité se trouvant ainsi constamment en rapport avec l'état des vaisseaux et des nerfs, ceux-ci et les muscles doivent se développer en proportion directe. »

« La gymnastique doit être avant tout, pour l'homme, le développement harmonique naturel, accessible à tous : elle donne, en premier lieu,

des facultés dérivant de l'habitude et, en second lieu, elle fortifie la santé chez les sujets sains et elle la rétablit chez les malades. »

« Selon l'opinion de Ling, un vrai gymnaste a besoin de connaissances, de sens artistique et de moralité. Les exercices corporels bien ordonnés donnent de l'équilibre dans les sentiments physiques et moraux d'un jeune homme et font renaître en lui le courage et la force, le rendent plus paisible, plus sociable et font augmenter l'amour de la patrie. »

« Théorie sans pratique, est un esprit sans corps ; pratique sans théorie, est un corps sans esprit, un corps simplement animal. »

« Tout mouvement dont la direction et la durée sont déterminées, est un mouvement gymnastique. »

« Pour rendre chaque mouvement défini et exact, il faut déterminer clairement et rigoureusement le point de départ et le point d'arrivée et de la ligne par laquelle le corps ou ses parties doivent passer, aussi bien que le rythme du mouvement lui-même. Chirurgicalement parlant, chaque mouvement doit être regardé, ni plus ni moins, comme une opération sans le scalpel, l'hémorragie et la douleur, mais exigeant le même soin, la même exactitude, la même étude. »

On conçoit difficilement que ces lignes aient

pu être écrites au commencement du siècle dernier, étant donné l'état de la science à cette époque; on ne peut qu'y voir l'expression d'une véritable inspiration géniale, la préscience de ce qui fut démontré, plus tard, comme la vérité, notamment en ce qui concerne l'influence du mouvement sur l'appareil circulatoire et sur le système nerveux.

Voici maintenant, d'après Ling, « *les règles générales pour le développement du corps.* »

1) Le but de la gymnastique consiste à développer d'une façon régulière et correcte le corps humain, au moyen de mouvements bien raisonnés.

2) On appelle « mouvements bien déterminés », ceux qui se conforment aux aptitudes naturelles du corps.

3) Le développement juste et correct du corps n'existe que lorsque toutes les parties sont en harmonie aussi complète que possible entre elles, suivant les dispositions individuelles propres à chaque personne.

4) Le corps humain ne peut progresser dans son développement qu'autant que le permettent les limites de ses dispositions innées.

5) Par le manque d'exercices, les dispositions innées chez l'homme pourraient être retardées ou arrêtées mais non pas anéanties.

6) Par un exercice irrégulièrement ordonné,

ces dispositions innées peuvent encore moins s'affirmer. Un exercice incorrect devient ainsi plus nuisible qu'utile au développement harmonieux du corps.

7) Tout développement exclusif et partiel du corps rend les mouvements plus difficiles à apprendre et à retenir, tandis qu'un développement général de toutes les parties les rend plus simples et plus faciles.

8) La rigidité ou les défauts de flexibilité d'une certaine partie du corps, chez beaucoup de personnes, n'est qu'un excès partiel de force, qui est toujours accompagné d'une faiblesse correspondante en d'autres parties.

9) Par une juste répartition des efforts, l'excès de force d'une partie du corps pourra être diminué et permettra de relever la force des parties faibles.

10) Ce n'est pas le volume plus ou moins considérable de certaines parties du corps qui détermine la force ou la faiblesse individuelle, mais bien, plutôt, les proportions entre toutes les parties du corps. Ainsi il ne s'agit pas ici des prédispositions à certaines maladies héréditaires, ni des infirmités produites par le défaut de précautions pouvant exister chez certains individus.

11) Toute force réelle ou développée, innée ou acquise, est une concentration simultanée

produite par l'action ou la réaction dans les différentes parties du corps.

Cette concentration doit se manifester dans un même moment, lorsque la force atteint son maximum de puissance.

12) La santé et la force dans leur plénitude sont, par conséquent, des notions identiques, toutes deux dépendant de la bonne harmonie entre les fonctions de toutes les parties du corps.

13) En commençant la gymnastique par ses mouvements les plus simples, on pourrait progressivement arriver aux mouvements plus compliqués ou plus difficiles, sans le moindre danger, car l'élève apprend à connaître sa force et sait ce qu'il fait et pourra faire.

Agrès de la gymnastique suédoise.

Le banc : long, bas, sans dossier, muni de crochets à l'une de ses extrémités, reposant sur des pieds réunis par une longue et étroite traverse.

L'espalier : sorte de large échelle verticale fixée au mur de la salle ou de la cour ; les degrés rigides, rapprochés, faciles, à prendre en main se trouvant écartés du mur.

Le plinth : caisse à sauter formée de cadres qui s'emboîtent les uns dans les autres et permettent par leur emploi en grand nombre d'élever le couvercle rembourré.

Le bock sautoir : pièce massive dont le dessus est rembourré, montée sur des pieds allongeables à volonté.

La bomme : poutre élevable à volonté sur des pieux solides ; a l'une de ses faces étroites arrondie tandis que l'autre est plane.

Le cadre : assemblages de perches plates à bords arrondis, circonscrivant des espaces vides rectangulaires.

Il y a en outre des échelles de cordes, des perches, des cordes verticales et des cordes obliques, des chevaux sautoirs, et des montants servant d'attache à de légères cordes pour les sauts libres.

Leçon donnée du 9 au 14 avril 1906,

à la classe des hommes de l'Institut central de gymnastique de Stockholm.

Elle commence par des exercices d'ordre, qui amènent les hommes à une distance les uns des autres leur permettant des mouvements étendus.

Ils prennent la position fondamentale debout; très rapide rapprochement des pointes des pieds, qui sont aussitôt écartées pour remettre les pieds à angle droit. (C'est un petit artifice qui se répète de temps en temps pendant la leçon, et qui permet aux gymnastes de se rendre compte, sans le contrôle de leurs yeux, et donc, sans le déplacement d'autres parties du corps, de la position exacte de leurs pieds, notamment en ce qui concerne le maintien des talons dans un plan parallèle au plan frontal.)

I. — Établissement de la *position de départ* secondaire : bras étendus latéralement ([1]).

([1]) L'école suédoise de gymnastique se sert, pour la désignation des positions et des mouvements, de termes spéciaux, brefs, très imagés, permettant des commandements courts et clairs. Afin de simplifier les choses, en évitant les explications qu'entraînerait l'emploi de ces termes, nous nous servirons de la terminologie, très rationnelle d'ailleurs, du commandant Lefébure, dans sa « Méthode de gymnastique éducative ».

Mouvement : élévation sur la pointe des pieds, tandis que les bras sont portés en extension verticale.

Position de départ.

Le mouvement est répété plusieurs fois.

II. — Établissement de la *position de départ :* station oblique en avant, et mains à la nuque.

Mouvement : flexion du genou gauche (avancé).

Position de départ.

Le même mouvement est répété avec le pied droit en avant. Puis on l'exécute dans les deux sens avec une rapidité et une énergie croissantes.

III. — Établissement de la *position de départ :* debout, mains aux épaules.

Mouvement : extension rapide et très énergique des membres supérieurs en avant, et retour à la *position ;* extension semblable latéralement, et retour ; puis en haut et retour, et enfin, en arrière et retour.

Répétition de l'exercice.

IV. — Établissement de la *position de départ :* station en arrière, le pied d'arrière (gauche) ne touchant le sol que par la pointe.

Mouvement : Flexion du genou droit supportant presque seul le poids du corps, cependant que le pied gauche se fléchit autant que

l'exige le mouvement du membre placé en avant.

Retour à la *position de départ*.

Répétition de l'exercice en changeant le rôle des membres inférieurs, qui exige modification de la position de départ en conséquence.

V. — Établissement de la *position de départ :* station oblique en avant, sur pointes des pieds, bras en l'air.

Mouvement : flexion des deux genoux, surtout de celui qui est en arrière.

Position de départ.

Même mouvement avec le pied droit en avant.

VI. — Debout, dos à l'espalier, à une distance de deux pas. Établissement de la *position de départ :* station écartée, bras levés.

Mouvement : extension du tronc ou flexion en arrière, jusqu'à la chute amenant la rencontre des mains et de l'espalier ; continuation du mouvement de flexion, en descendant les deux mains qui saisissent, l'une après l'autre, tous les degrés de l'échelle, jusqu'au plus bas.

Retour à la *position de départ* par les moyens inverses.

Inclinaison jusqu'à l'horizontale, du tronc resté étendu, les bras toujours levés ; la position obtenue sert de *position de départ* pour un nouveau *mouvement :* rapide et énergique abais-

sement des bras, dont le mouvement décrit un demi-cercle, et relèvement aussi rapide. Redressement du tronc jusqu'à la verticale. *Position de départ :* position fondamentale debout.

VII. — *Position de départ :* suspension dorsale à l'espalier.

Mouvement : en deux temps :

1° Flexion des cuisses sur le bassin et des jambes sur les cuisses ;

2° Extension des jambes sur les cuisses.

Retour en deux temps à la *position de départ.*

VIII. — *Position de départ :* chute faciale renversée (les pieds contre l'espalier).

Mouvement : flexion des bras.

Retour à la *position de départ,* par un mouvement en sens inverse de celui qui avait amené la position de départ, chute en position accroupie, genoux écartés; position fondamentale debout.

IX. — Établissement de *position de départ :* debout, bras en avant, mains en appui à l'espalier, qui est saisi par elles, à la hauteur des épaules.

Mouvement : élévation très rapide sur la pointe des pieds et sur les talons alternativement.

Répétition précipitée du mouvement dix à quinze fois.

Un groupe d'élèves exécutent l'exercice suivant :

X. — Établissement de position de départ : suspension faciale fléchie.

Mouvement : une seule main reste en appui et autour de sa face palmaire, le corps soutenu par le bras fléchi à angle droit, tourne et décrit une demi-circonférence ; la seconde main prend alors appui sur la même face de la bomme que quitte la première. Le corps continue son mouvement de translation dans le même sens, et ainsi de suite. Chaque passage de la tête sous la bomme nécessite l'ouverture plus grande que 90° de l'angle formé par le coude du membre supérieur en appui. Cessation du mouvement par le maintien des deux mains à l'appui ; puis, saut sur la pointe des pieds, genoux fléchis.

Pendant ce temps, un autre groupe d'élèves exécutent successivement les deux exercices suivants :

1° Prise de *position de départ :* à deux cordes parallèles, suspension latérale fléchie.

Mouvement : ascension entre les cordes, sans aide des pieds : la main gauche s'élève, saisit la corde correspondante le plus haut possible et le membre supérieur gauche se fléchit à angle droit ; à son tour, la main droite s'élève, saisit la corde de droite aussi haut que possible, et le bras droit se fléchit à angle droit. Et ainsi

de suite. Descente par saccades avec les deux mains à la fois.

2° Prise de *position de départ* : à deux cordes parallèles, suspension latérale fléchie.

Mouvement : renversement du tronc en arrière ; les pieds sont portés en haut, la tête en bas, le corps est étendu en entier, puis fléchi au niveau des hanches et de la colonne lombaire. — Mouvement en sens inverse par une longue extension de la colonne lombaire et des cuisses sur le bassin, avant la bascule et le saut final sur la pointe des pieds, genoux fléchis.

XI. — Les élèves sont rangés en quatre files espacées.

Prise de *position de départ* : debout sur la pointe des pieds.

Mouvement : flexion des genoux.

Position de départ.

Second *mouvement* : flexion de la tête en arrière.

Position de départ.

Troisième *mouvement* : élévation alternative, rapide, de la pointe des pieds.

Position de départ.

XII. — Prise de *position de départ* : extension horizontale du tronc en avant, bras en extension verticale, membre inférieur droit étendu en arrière, appui sur le membre inférieur gauche seul.

Mouvement : flexion à 90° du genou gauche.

L'exercice est répété avec les membres inférieurs en position inverse.

XIII. — Marche.

XIV. — Prise de *position de départ :* fente en arrière de la jambe gauche, mains aux épaules.

Mouvement : extension énergique des bras en haut, puis flexion.

Retour à la *position fondamentale debout.*

L'exercice est répété en renversant le jeu des jambes.

Puis on l'exécute en appuyant à terre seulement la pointe du pied qui est en arrière.

XV. — Assis sur le banc, face à l'espalier, prise de *position de départ :* soutien facial des pieds à la hauteur du siège, inclinaison du tronc en arrière, bras en haut.

Mouvement : abaissement lent des bras jusqu'à l'extension latérale, puis élévation également lente : une résistance est opposée à ces mouvements par un aide qui, placé derrière le gymnaste, lui tient les mains et pousse en sens inverse de leur progression.

Position de départ, puis position fondamentale assise.

XVI. — Prise de la *position de départ* à l'espalier : tronc fléchi latéralement en soutien des mains.

Mouvement : les membres inférieurs sont élevés et le corps est étendu horizontalement.

Retour à la *position de départ.*

XVII. — Prise de *position* secondaire de *départ :* debout, station écartée, bras en haut. — *Mouvement :* torsions du tronc à droite et à gauche.

Position de départ.

XVIII. — De la même *position de départ,* — *Mouvement :* exécution de l'exercice de la roue : projection latérale du corps alternativement sur les mains et les pieds, les quatre membres étendus.

Position de départ. Exécution au commandement et par files, puis à volonté.

XIX. — 1° Prise de *position* secondaire *de départ :* station écartée sur la pointe des pieds, mains aux épaules.

Mouvement : flexion des genoux simultanément avec extension verticale des membres supérieurs.

Position de départ.

2° *Position de départ :* debout sur la pointe des pieds, mains à la nuque.

Mouvement : flexion des genoux.

Position de départ.

XX. — Course, un fusil à la main droite ou gauche alternativement sur le plancher, puis sur les plans inclinés que forment les bancs

fixés par un de leurs bouts contre l'espalier.

XXI. — Mêmes exercices qu'au n° X : les élèves qui avaient exécuté les mouvements à la bomme font les exercices de cordes et vice-versa.

Après cela, prise de *position de départ :* debout, bras levés.

Mouvement : flexion et extension des doigts combinées avec des mouvements de pronation et de supination.

XXII. — Exécution par une première catégorie d'élèves :

1° D'une course ascendante sur banc appliqué contre une bomme, course qui se termine par un saut de côté, en appui des deux mains, au-dessus d'une seconde bomme placée plus haut.

Progression : idem, la bomme supérieure étant placée à une hauteur plus considérable.

Répétition de l'exercice en sautant du côté opposé.

2° D'un renversement autour de la bomme inférieure, pour arriver en suspension en avant. — *Mouvement :* flexion des bras, le corps étendu.

Retour à la position fondamentale debout.

3° De sauts en longueurs libres, avec oscillations des bras pour donner de l'élan ; chute sur la pointe des pieds, genoux fléchis en dehors.

Une autre catégorie d'élèves exécutent, pendant ce temps :

1° Des sauts obliques, en franchissant le cheval latéralement, avec appui de la main, les jambes en avant. Ils sont répétés plusieurs fois à droite et à gauche.

2° Des sauts obliques comme les précédents, sauf que le corps exécute une rotation sur lui-même pendant l'appui des mains, et qu'il opère la chute, la face dirigée vers le point de départ de l'élan.

3° De sauts au-dessus du cheval, en longueur.

4° De sauts en largeur, au-dessus du cheval.

XXIII. — Marche, mains aux clavicules : extension latérale des bras tous les trois pas, suivie de leur flexion au pas suivant.

XXIV. — Prise de *position* secondaire *de départ :* fente en avant, bras étendus latéralement.

Mouvement : extension verticale des bras, suivie immédiatement de l'extension latérale, sans faire de flexion entre les deux. — Position fondamentale debout.

La fente se fait alternativement de chaque côté.

XXV. — Élévation des bras en avant, jusqu'à la verticale, suivie de leur abaissement latéral, la première coïncidant avec l'inspiration, la seconde avec l'expiration.

TABLEAU

REPRÉSENTANT LES

5 POSITIONS FONDAMENTALES

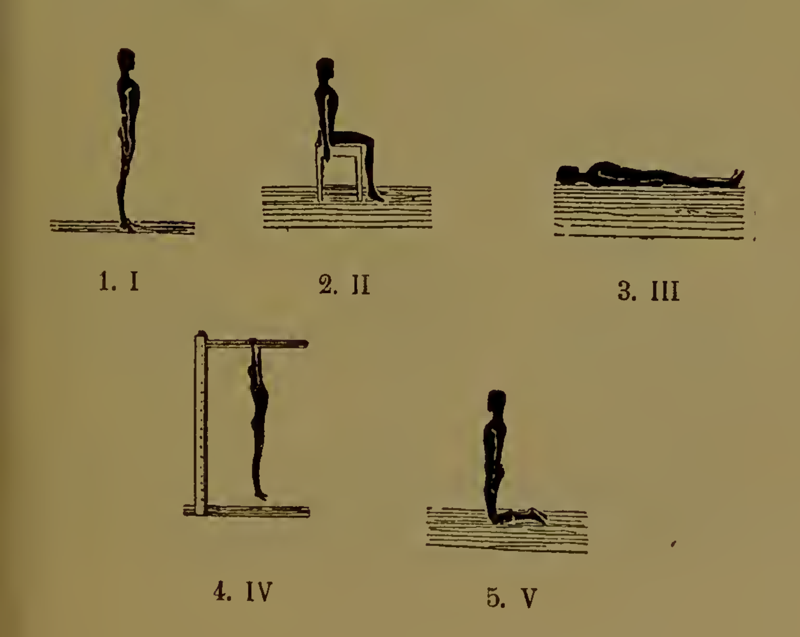
ET LES

87 POSITIONS DE DÉPART

QUI EN DÉRIVENT

Ces figures sont tirées du Manuel suédois :
" *Gymnastik för arméen och flottan.* "

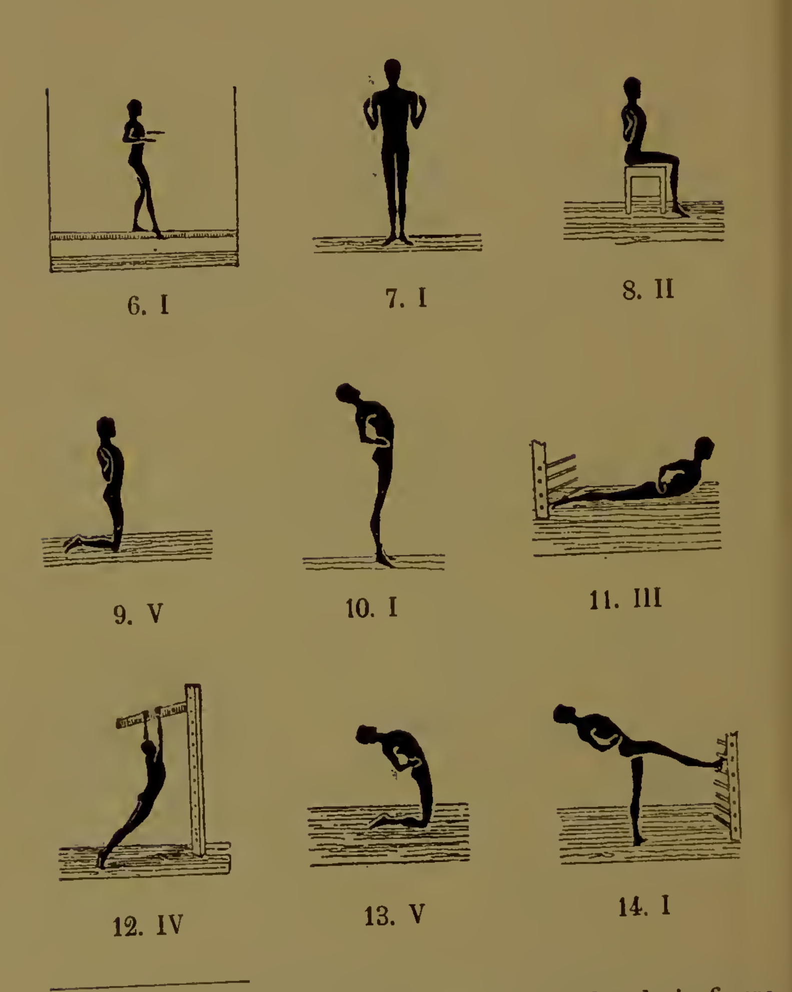
Positions fondamentales.



1. I 2. II 3. III

4. IV 5. V

Positions de départ dérivées (1).

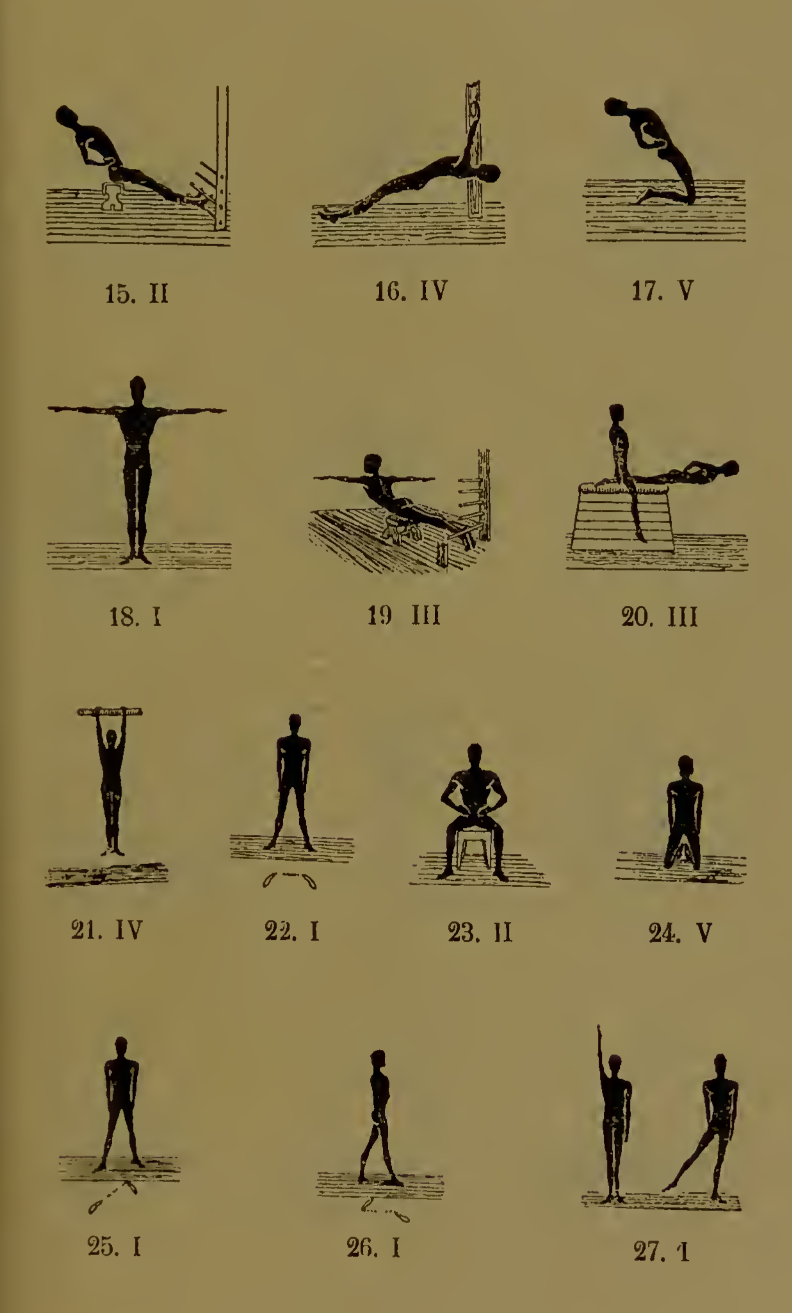


6. I 7. I 8. II

9. V 10. I 11. III

12. IV 13. V 14. I

(1) Le chiffre arabe indique le numéro d'ordre de la figure en dessous de laquelle il se trouve ; le chiffre romain, la position fondamentale dont la position de départ dérive.


15. II
16. IV
17. V
18. I
19 III
20. III
21. IV
22. I
23. II
24. V
25. I
26. I
27. 1



28. II

29. IV

30. V

31. II

32. II

33. I

34. III

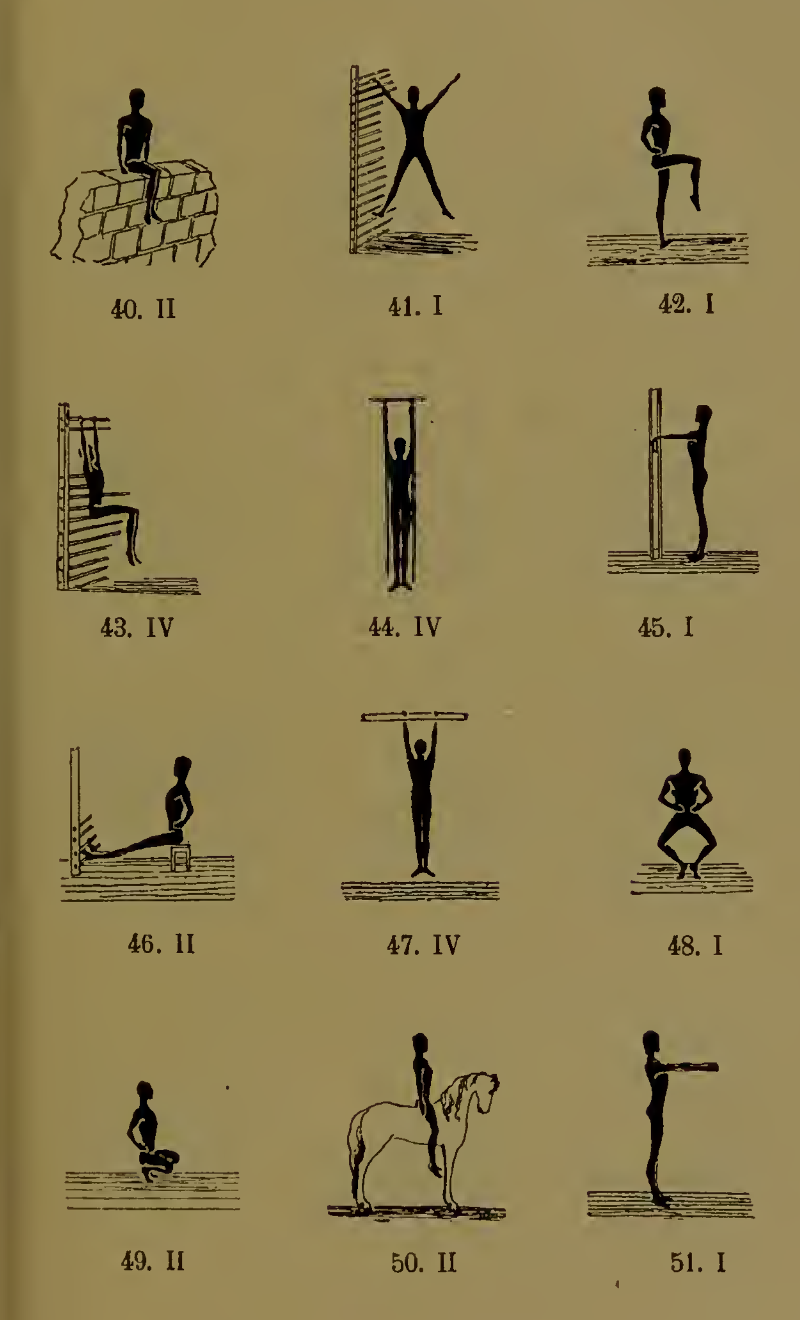
35. I

36. II

37. III

38. V

39. I

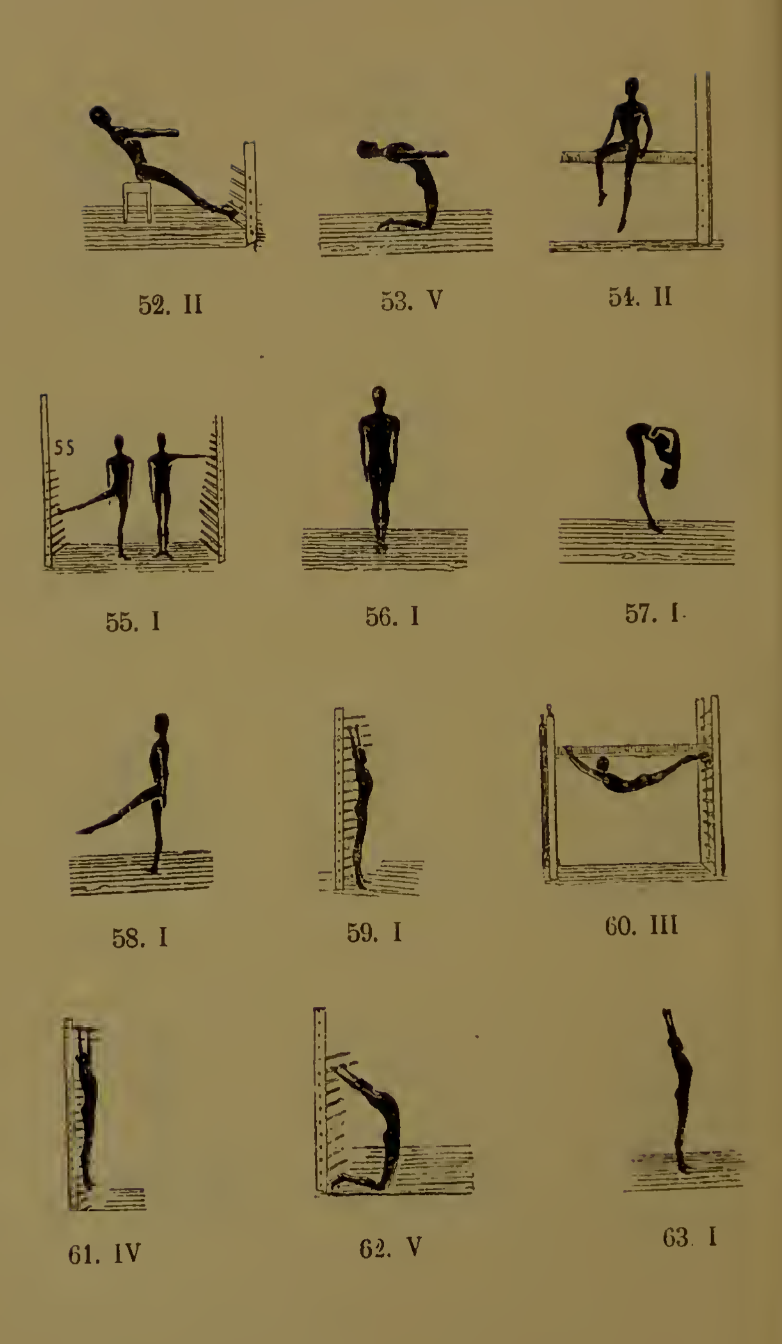


40. II 41. I 42. I

43. IV 44. IV 45. I

46. II 47. IV 48. I

49. II 50. II 51. I

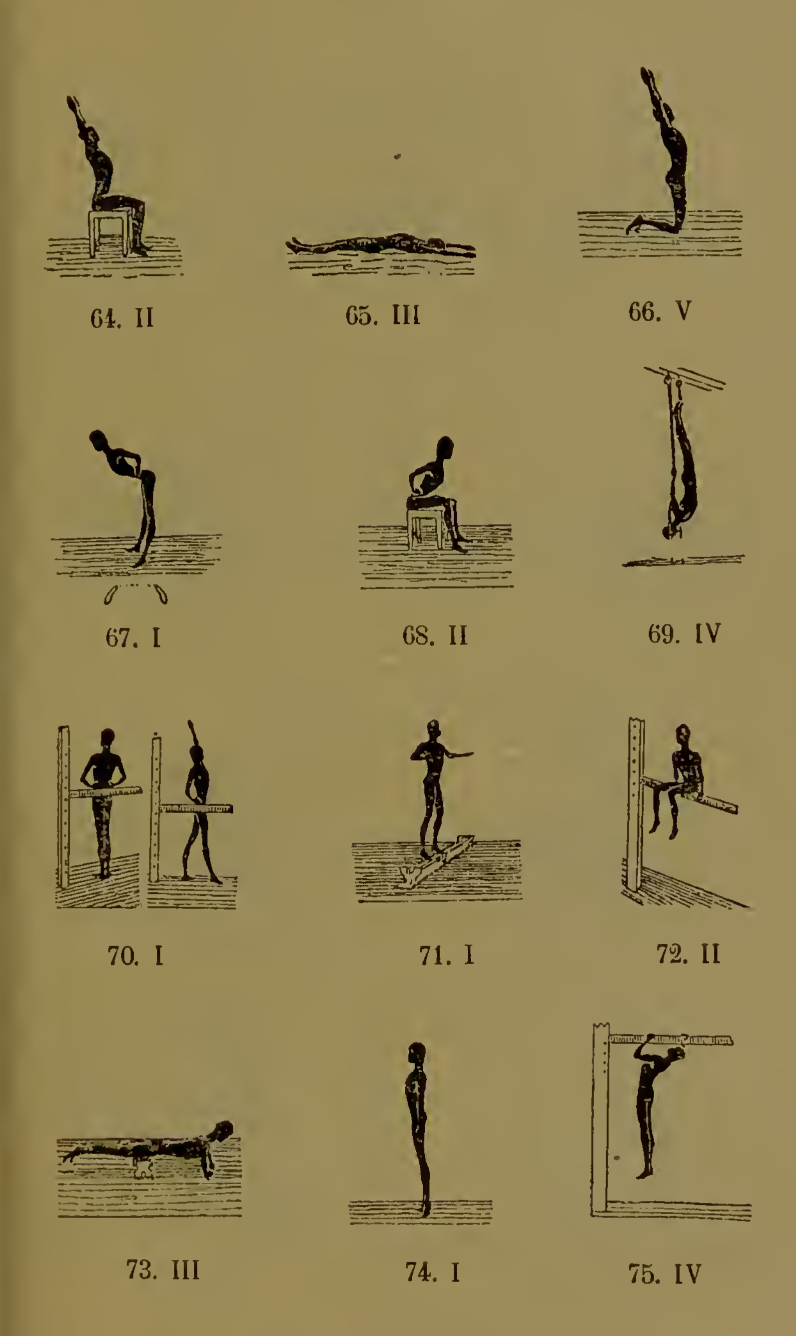


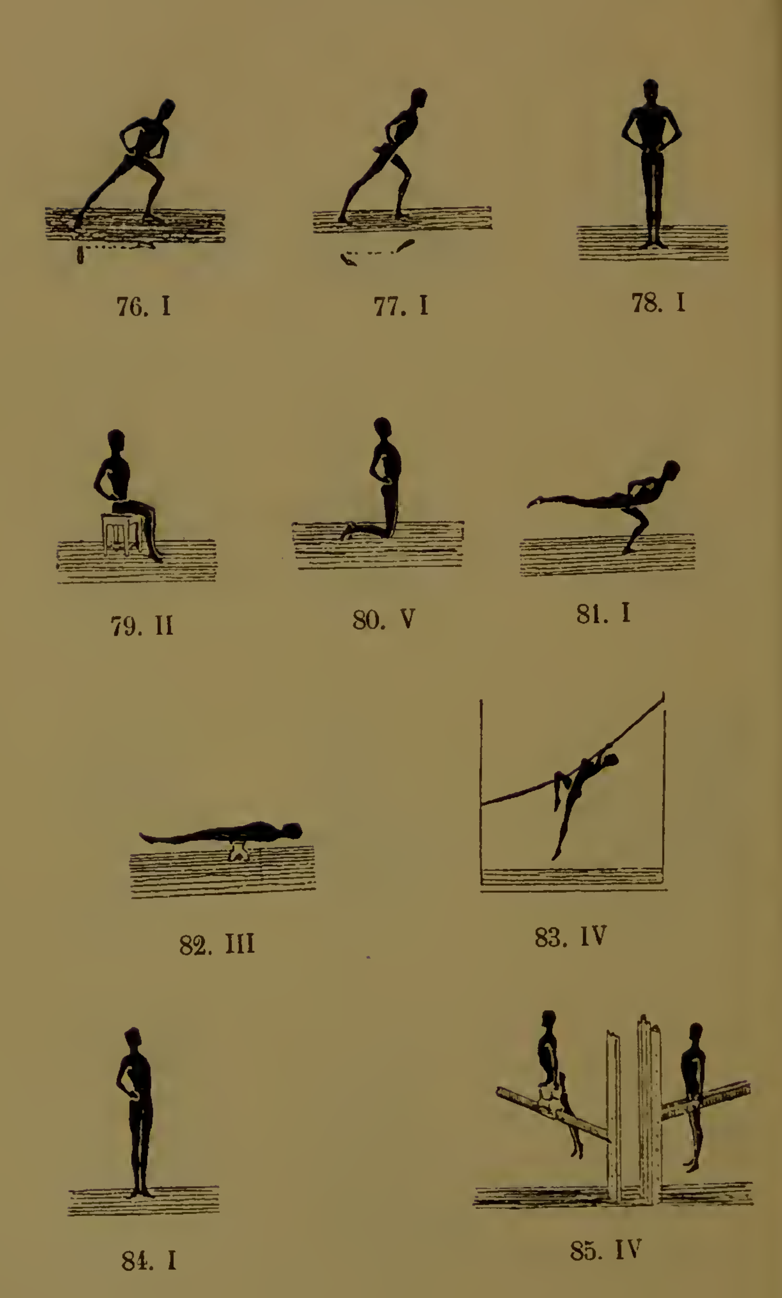
52. II 53. V 54. II

55. I 56. I 57. I

58. I 59. I 60. III

61. IV 62. V 63. I


64. II
65. III
66. V
67. I
68. II
69. IV
70. I
71. I
72. II
73. III
74. I
75. IV



76. I
77. I
78. I
79. II
80. V
81. I
82. III
83. IV
84. I
85. IV



86A I 86B



87. III



88. III



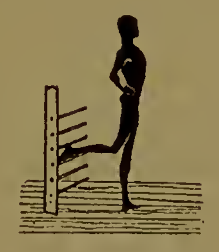
89. III



90. I



91. I



92. I

Avant d'examiner d'un peu plus près chacun des exercices qui font l'objet de la leçon que nous étudions, il est nécessaire de dire quelques mots des positions de départ des mouvements qu'elle comporte. Pour pouvoir se rendre compte de la nature d'un mouvement, en apprécier l'énergie, l'amplitude, l'action physiologique, il faut qu'on sache dans quelle situation le corps se trouvait quand il l'a exécuté ; ainsi, pour donner un exemple : la flexion des avant-bras sur les bras quand nous sommes assis ou debout, ne constituera qu'un travail insignifiant par rapport au travail fourni, quand nous l'exécutons, étant suspendus par les mains ; dans le premier cas, la contraction des biceps n'a à vaincre que la résistance offerte par le poids de l'avant-bras, tandis que dans le second, son effort doit soulever le poids du corps. Les rapports que les différents segments du corps peuvent avoir entre eux, sont innombrables, et peuvent faire varier à l'infini la position dans laquelle tel ou tel mouvement s'exécute.

Ling a ramené à cinq les types de positions qui servent de points de départ à nos mouvements : debout, assis, à genoux, couché, suspendu. Mais, pour avoir le nombre réel des positions initiales des mouvements de la gymnastique suédoise, il faut les multiplier par le nombre des modifications qu'on peut réaliser,

pour chacune d'elles, dans les rapports des membres et du tronc.

On arrive ainsi à un total de 92 positions de départ : les 5 fondamentales, plus 87 autres dérivées de celles-ci.

La réalisation de ces dernières, préalablement à la réalisation de chaque numéro du programme d'un cours, constitue une première série d'exercices qui s'exécutent tout naturellement au cours de la leçon, et qui en constituent en quelque sorte le cadre.

En donnant la caractéristique des positions fondamentales, nous donnerons, par le fait, la caractéristique des positions dérivées, ou du moins nous aurons tous les éléments nécessaires pour la saisir.

Le constant souci de l'école suédoise de gymnastique pédagogique est d'assurer un large déploiement à la cage thoracique, quel que soit le mouvement qui s'exécute; il faut donc que les positions fondamentales réalisent tout d'abord ce but. Prenons pour base la première ou « position debout ».

Elle exige le redressement de la colonne dorsale, et cela, afin d'augmenter l'écartement des arcs costaux; elle exige secondement le redressement de la colonne cervicale, ce qu'elle exprime en ordonnant de porter la tête en haut et en arrière, la face regardant hori-

zontalement en avant. Cela a pour effet de reculer et d'élever les points d'insertion supérieurs des muscles scalènes et sterno-cléïdo-mastoïdiens, qui entraînent vers le haut les côtes supérieures, et par conséquent toute la cage thoracique. Elle exige aussi le rejet des épaules en arrière et en bas, pour laisser libre jeu aux côtes, en tendant le moins possible les muscles grands pectoraux.

Le redressement de la colonne dorsale s'obtient par la contraction des muscles sacro-lombaires, longs dorsaux, transversaires épineux, et transversaires du cou.

Le redressement de la colonne cervicale est dû à la contraction des muscles tranversaires du cou en arrière, et des muscles longs du cou en avant.

Comme la contraction synergétique des muscles longitudinaux postérieurs de la colonne vertébrale que nous venons de nommer, amènerait de l'ensellure s'il n'y avait pas d'obstacle à leur excès d'action, on recommande de donner au tronc ainsi étendu une légère inclinaison en avant, par la contraction des muscles psoas et des muscles abdominaux. Le résultat consiste en un effet considérable de rectitude du tronc.

Le rejet des épaules en arrière et en bas s'exécute par la contraction des muscles tra-

pèzes, grands dorsaux et rhomboïdes. Les membres inférieurs sont tenus droits et l'un contre l'autre. Les talons se touchent par leur face interne et les pieds, dirigés en dehors, circonscrivent un angle droit ouvert en avant. Cet écartement qui a pour but d'augmenter la stabilité du corps, par l'élargissement de la base de sustentation, nécessite la contraction des muscles rotateurs en dehors de la cuisse. Les membres supérieurs pendent étendus jusqu'à leurs extrémités le long du corps, les paumes des mains appliquées sur la face externe des cuisses. Comme on le voit, la première position fondamentale exige une synergie complexe des muscles du tronc et des membres inférieurs, dans le sens de l'extension. Et l'on n'arrive pas du premier coup à doser exactement l'action isolée des différentes unités musculaires dont il faut faire usage. Il est, par exemple, difficile au début, de ne pas porter les épaules un peu trop vers le haut, à cause de l'action exagérée des trapèzes et des angulaires de l'omoplate : on recourt alors à un expédient qui consiste à écarter légèrement les bras du tronc, à leur faire subir un énergique mouvement de rotation dans le sens de la supination, tout en s'efforçant de les rejeter, ainsi que les épaules, en arrière, puis à les ramener en position. Le mouvement de rota-

tion du bras a eu pour résultat d'augmenter la tension du muscle grand dorsal, dont l'extrémité supérieure vient, comme on sait, s'enrouler sur l'humérus, et, par cette tension du muscle grand dorsal, de vaincre l'excès d'énergie des muscles élévateurs de l'omoplate, et d'abaisser par conséquent le moignon de l'épaule.

La contraction des masses musculaires considérables, qui agissent pour le maintien de la position fondamentale debout, provoque par elle-même, cela va de soi, des combustions et des échanges nutritifs déjà considérables.

Il est à remarquer également, que l'écartement des points d'insertion des muscles abdominaux est moyen ; nous aurons l'occasion de voir qu'il n'en est pas toujours ainsi, soit dans d'autres positions fondamentales, soit dans des positions qui en sont dérivées.

Dans la seconde position fondamentale, ou position assise, les muscles du tronc se comportent sensiblement comme dans la première ; seulement, les muscles de l'abdomen contractés ont leurs points d'insertion un peu plus rapprochés que dans la position debout, à cause du léger mouvement de bascule que subit le bassin. Les muscles des membres inférieurs sont relâchés.

Dans la troisième position fondamentale, ou

position couchée, sont seuls contractés les muscles élévateurs du thorax, les extenseurs de la colonne dorsale, et les muscles postérieurs du tronc, qui ont pour action d'abaisser les épaules, et d'attirer les omoplates en adduction.

Dans la quatrième position fondamentale, ou suspension, outre les fléchisseurs des doigts, il n'y a guère de contractés que les muscles longs antérieurs du cou, puis les muscles qui sont adducteurs de l'omoplate : les trapèzes, les muscles rhomboïdes qui se contractent allongés, et les angulaires de l'omoplate, enfin la partie des muscles longitudinaux dorsaux qui a pour effet d'étendre la colonne cervicale sur la dorsale, et les muscles longs du cou en avant. C'est en somme dans cette position que les muscles du tronc et ceux de l'abdomen se contractent le moins : l'extension de la colonne dorsale et de la colonne lombaire est faite passivement par l'action du poids des membres inférieurs et du bassin.

Enfin, dans la cinquième position fondamentale, ou position à genoux, on a le relâchement des muscles du mollet ; à part cela, les contractions sont sensiblement les mêmes que dans la position debout. Cependant, les triceps fémoraux qui sont allongés, à cause de la flexion des genoux, et qui se contractent, font basculer la partie antérieure du bassin vers le bas. Les

muscles abdominaux sont donc allongés à leur tour; ils se contractent néanmoins pour la raison qui a été donnée à propos de la première position.

Pour résumer le degré d'allongement dans lequel pourra s'exécuter la contraction des muscles abdominaux, disons qu'elle se fera généralement dans les mouvements partant de la première position, avec un écartement moyen de leurs points d'insertion; dans les mouvements partant de la seconde, avec un petit écartement; dans ceux qui partent de la troisième et de la quatrième, avec un écartement qui sera tantôt grand, tantôt petit ; ceux qui partent de la cinquième ne la permettront qu'à écartement considérable. Enfin, si l'on tient compte de ces données au point de vue de la mobilité du rebord costal ou limite inférieure de la cage thoracique, on peut dire que la position debout et la position à genoux permettront surtout une respiration costale supérieure ; la position couchée et la position suspendue permettront surtout une respiration costale inférieure. Quant à la position assise, elle permet à la fois et à peu près également, l'une et l'autre.

Signalons aussi la gradation qui existe dans ces positions, au point de vue du mode d'immobilisation des parties du corps qui ne doivent

pas participer au mouvement : dans la 3me, elle est complètement passive ; dans la 4me, à peu près complètement passive, également ; dans la 2me, elle devient plus active ; dans la 5me, encore davantage, et enfin dans la 1re, elle est complètement active.

Passons maintenant à l'examen détaillé de la leçon que nous avons recueillie.

I. — De la position fondamentale debout, on passe à la position dérivée, en levant les bras lentement jusqu'à la hauteur des épaules ; celles-ci ne doivent nullement être haussées à cette occasion : cette faute se produit souvent à cause de la contraction, qui devient trop énergique, du trapèze, dans sa portion supérieure ou par suite du relâchement des grands dorsaux.

Le but localisateur de l'effort dans le seul muscle deltoïde, est bien mis en évidence par la faute que nous voyons signalée dans le *Manuel militaire* (1), comme étant fréquemment commise au début.

Le mouvement qui fait suite au point de départ établi, s'exécute de telle façon « que l'élévation sur la pointe des pieds coïncide bien avec l'élévation des bras de l'horizontale

---

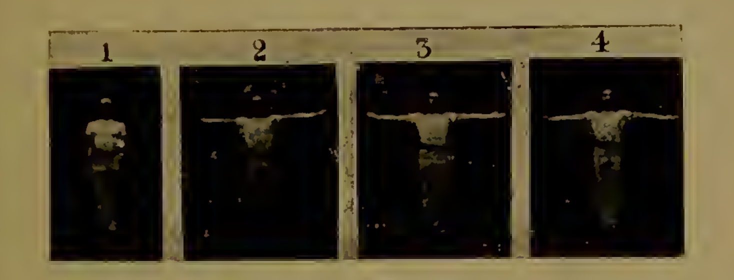
(1) Tous les passages entre guillemets sont, sauf spécification, tirés du Manuel militaire suédois.

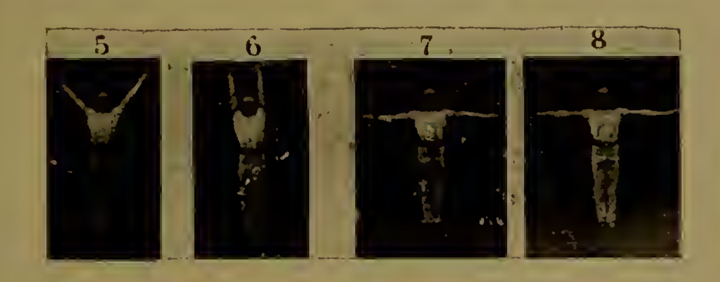
à la verticale, et la descente sur les talons, avec le passage des bras de la verticale à l'horizontale ». Les fautes signalées comme fréquentes sont :

« L'écartement des talons, la flexion des genoux, l'insuffisance de l'extension de l'articulation du pied, l'élévation des épaules et la flexion des bras. » Elles résultent de la difficulté de maintenir l'équilibre, du défaut d'énergie dans l'exécution du mouvement lui-même, de la contraction concomitante des muscles élévateurs des épaules et des fléchisseurs de l'avant-bras ; autrement dit, elles résultent de la difficulté de l'immobilisation des parties du corps qui ne doivent pas être le siège de mouvements, difficulté qui empêche l'exécution correcte de ceux-ci.

Avant d'exécuter leur élévation de l'horizontale à la verticale, les bras sont soumis à un mouvement de rotation, dans le sens de la supination, d'un demi-cercle, ce qui fait regarder les paumes des mains directement en haut. Ce mouvement de rotation qui s'exécute chaque fois que les bras sont portés en extension verticale, en passant par l'extension latérale, est indispensable, car sans lui on aurait la rencontre de la grosse tubérosité humérale avec l'acromion, avant l'arrivée du bras dans la position verticale, qui serait ainsi rendue impos-

Série I







sible; la rotation porte en arrière la grosse tubérosité de l'humérus, et la difficulté est tournée au sens très exact du mot. Dans les mouvements de descente du bras par la même voie latérale, il y a toujours un arrêt à la hauteur des épaules, pour que le bras exécute la rotation inverse, permettant le retour à la position fondamentale.

Nous avons en somme une coordination de mouvements qui concourent chacun individuellement au même but : l'élévation du corps poussée aussi loin que possible. Il y a symétrie dans les mouvements des membres supérieurs entre eux, et dans ceux des membres inférieurs.

II. — La prise de la position de départ se fait « en portant vivement, et par le chemin le plus court, les mains à la nuque ; les coudes bien en dehors, les poignets droits, les doigts également droits et légèrement engrenés, la partie supérieure de la poitrine avancée et la tête droite. Par cette position qui augmente la stabilité du corps et l'effort du mouvement à exécuter, on dilate la partie supérieure de la cage thoracique » grâce à la tension des muscles grands pectoraux dans leurs portions inférieures.

« Les fautes qui accompagnent le plus souvent la prise de cette position sont : la projection

en avant de la tête et des coudes, l'engrènement des doigts poussé trop loin, la projection des hanches en avant; » elles résultent, soit de la contraction des pectoraux qui ne doivent pas intervenir dans la synergie active du mouvement, soit du relâchement des extenseurs de la colonne cervicale.

L'autre mouvement exécuté simultanément pour la prise de la position de départ, consiste à porter le pied gauche obliquement en avant dans sa propre direction, à une distance égale à deux fois sa longueur.

Les fautes les plus communes qui l'accompagnent sont : « l'inégalité dans la répartition du poids du corps sur les deux membres inférieurs, avec excès sur le côté droit, la flexion du genou droit, le défaut d'exactitude dans la direction prise par le membre inférieur gauche, le défaut de croisement à angles droits du prolongement des axes des pieds, le déplacement en avant de l'épaule gauche ».

Exécution correcte du mouvement au point de vue de l'amplitude et de la direction, indépendance du mouvement qui ne doit entraîner aucune contraction inutile, et ne demande que l'action des fléchisseurs de la cuisse : telles sont les préoccupations du maitre de gymnastique suédoise, ici, et comme on le verra, partout.

Le mouvement proprement dit de l'exercice fait reposer une bonne partie du poids du corps sur le membre fléchi, provoque donc une contraction assez énergique du triceps fémoral et des muscles du mollet, qui doivent s'opposer à la flexion complète des articulations du genou et du pied. La contraction déterminante du début de ce mouvement est celle des muscles fléchisseurs de la cuisse, à laquelle se substitue bientôt l'action exclusive de la pesanteur, qui aurait pour résultat de faire tomber le corps en avant, sur le membre gauche complètement fléchi ; la résistance qu'opposent à cette force les extenseurs du genou et du pied, en se contractant, est celle qui se produit dans les mouvements passifs-actifs, où le muscle s'allonge malgré sa contraction. La contraction est statique autant que dure le maintien de la position extrême du mouvement. Enfin, pendant le retour à la position de départ, on a un mouvement de résistance actif-passif, contraction des muscles coïncidant avec leur raccourcissement.

Au total, nous avons un mouvement dont la caractéristique est l'indépendance, car il exige la contraction exclusive de groupes musculaires d'un seul membre.

III. — Voici d'abord ce que le *Manuel militaire* dit de la prise de la position de départ

dérivée : mains aux épaules; « pliez vivement les avant-bras de telle sorte que les mains soient en supination, les doigts légèrement fléchis touchant les parties externes des bras, qui restent autant que possible appliqués contre le tronc, les épaules demeurant bien effacées et abaissées ».

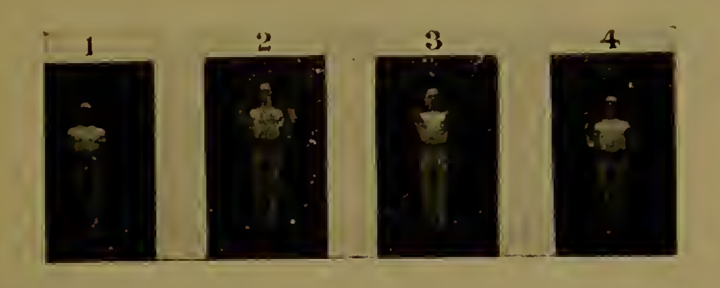
Fautes communes :

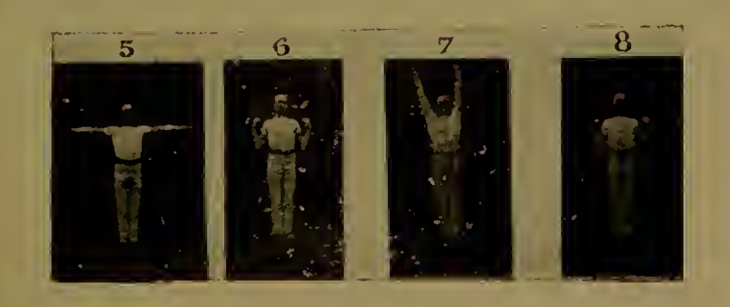
« Les épaules sont haussées et portées en avant, les omoplates ne restent pas immobiles dans le mouvement, les bras sont écartés du tronc et subissent une rotation, qui a pour effet de porter les mains au devant de la poitrine. »

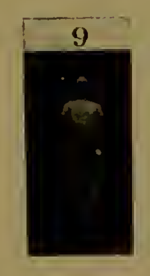
Le mouvement est beaucoup moins simple et facile qu'il ne paraît à première vue, car ce n'est pas seulement la flexion de l'avant-bras qui s'y produit, mais aussi la rotation du bras dans le sens de la supination. La rotation a pour effet d'exercer une traction sur les pectoraux relâchés, et aussi sur les grands dorsaux contractés, comme nous l'avons vu en étudiant la position fondamentale debout. D'autre part, les biceps, dont la longue portion s'insère à l'acromion, en se contractant énergiquement, tendent à enfoncer la tête humérale dans le creux axillaire.

De ces différentes actions, résulte la tendance de l'épaule à se porter en avant, et la difficulté de tenir le bras appliqué contre le tronc. Toute

SÉRIE III







une gradation de l'effort des muscles qui exécutent le mouvement s'impose donc, pour qu'il soit réalisé correctement et atteigne son but.

L'extension, suivie immédiatement du retour à la position de départ, des membres supérieurs, en avant, en haut, latéralement et en arrière, est très exactement déterminée au point de vue de l'amplitude, de la direction et de la rapidité. Dans l'extension en avant, les bras doivent être horizontalement projetés à la hauteur des épaules, les mains parallèles se regardant par leurs faces palmaires et à une distance égale à l'écartement des épaules. Il en est de même pour l'extension verticale, dont la direction est celle du corps lui-même ; de même pour l'extension latérale, où les bras sont projetés horizontalement, dans le prolongement de la ligne qui réunit les épaules, paumes des mains dirigées en haut ; de même enfin, pour l'extension en arrière, où la projection doit se faire obliquement en bas et en arrière, de telle façon que les bras soient parallèles, et que les mains tournent l'une vers l'autre leurs faces palmaires. Et si l'on songe à la mobilité de la ceinture scapulaire, à la multiplicité des moyens requis pour la rendre rigide, à la répercussion que la contraction d'un des muscles de cette région a sur les autres, on se rend compte de la difficulté du dosage imposée au système nerveux,

pour lancer l'influx nerveux dans des proportions adéquates au but à réaliser. Ce travail néanmoins, répété un certain nombre de fois, sous la direction d'un maître qui ne laisse passer aucune irrégularité, qui a constamment l'œil à tout et à tous, devient pourtant facile, et aucun des gymnastes que nous avons devant nous, ne paraît se douter des obstacles franchis, pour arriver au fini merveilleux qui caractérise l'exécution de cet exercice simple, comme celle d'ailleurs des plus compliqués.

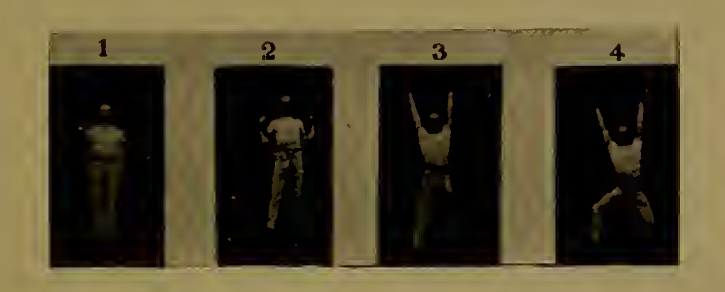
IV. — Cet exercice a beaucoup d'analogie avec l'exercice n° II. Il s'en distingue pourtant nettement par ce fait que le corps, pendant la flexion du genou, subit un mouvement d'abaissement vertical, tandis que dans l'autre, le corps était animé d'un mouvement de translation en bas et en avant, parce que le pied d'arrière, étant posé sur le sol, constituait en quelque sorte le centre de rotation autour duquel le membre inférieur, auquel il appartient, tournait comme un rayon de roue. Ce rayon restant égal poussait en avant le bassin qui, d'autre part, s'abaissait, par suite de la flexion du genou du membre posé en avant ; et de ce double mouvement résultait le mouvement de translation oblique. Dans celui-ci, le membre postérieur ne peut être considéré comme un rayon, car, par suite de la flexion du pied, il subit un mouve-

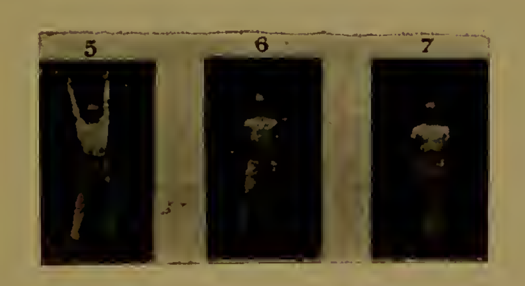
SÉRIE IV





Série V





ment de recul qui permet au bassin de descendre dans la verticale.

L'un et l'autre exigent le maintien inaltéré de l'extension du membre postérieur et la rectitude du tronc, et ils provoquent tous deux une extension énergique, sur le bassin, du membre postérieur, tandis que la cuisse antérieure se fléchit. Effet d'asymétrie très marqué.

La répétition de cet exercice en position inverse, est pratiquée pour assurer une égalité d'action sur le côté droit et sur le côté gauche du corps.

V. — Pour réaliser la position de départ, faire le mouvement et revenir à la position fondamentale, on compte six temps :

1) Flexion des bras, et déplacement du pied gauche obliquement en avant ;

2) Extension verticale des bras, et élévation sur la pointe des pieds ;

3) Flexion des genoux de telle sorte que celui d'arrière arrive à l'angle droit, tandis que l'antérieur est moins fléchi ;

4) Extension des genoux ;

5) Flexion des bras, et descente sur la plante des pieds ;

6) Position fondamentale debout.

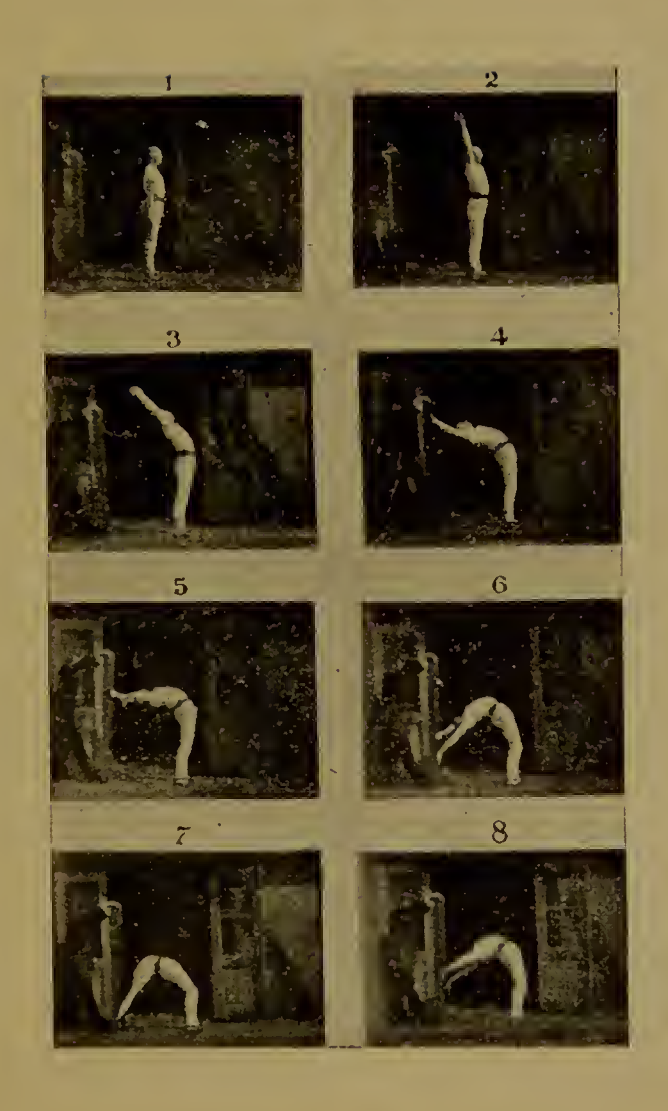
Exécuté lentement d'abord, et avec notation des temps, cet exercice est ensuite exécuté rapidement, et sans souci des temps. Il est

répété inversement un nombre égal de fois, et dans des conditions identiques ; ceci parce que, comme le précédent, il est asymétrique quant à l'effort déployé et quant à l'amplitude du mouvement.

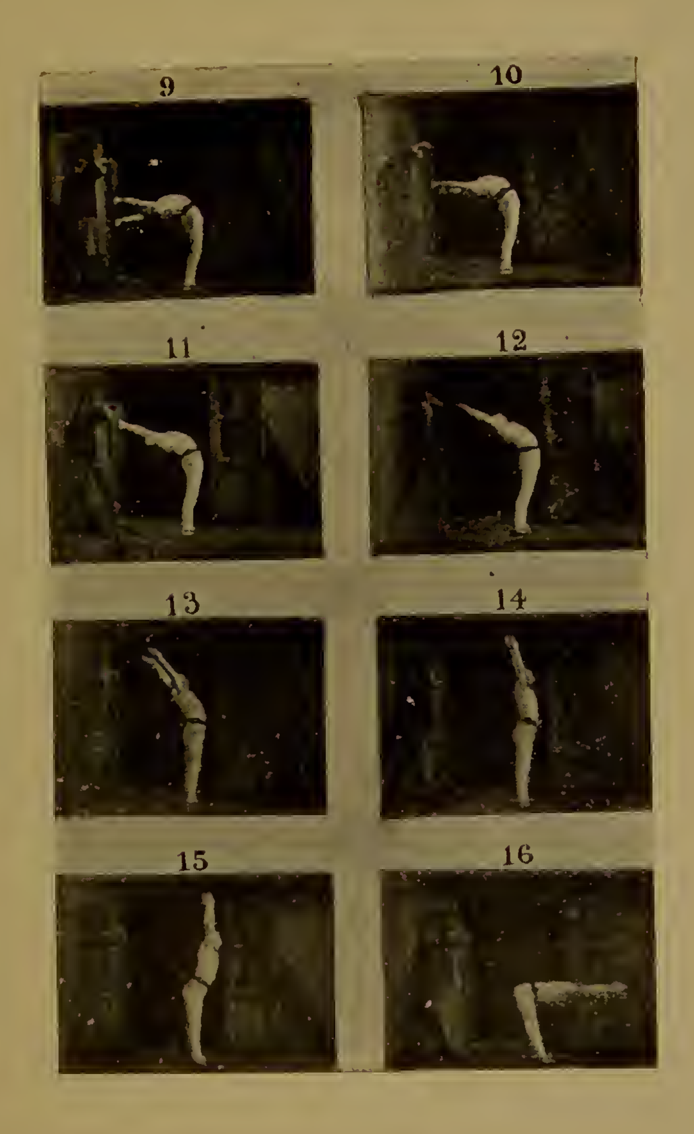
Pendant la flexion, le corps subit un mouvement de translation vers le membre d'arrière, en même temps qu'un mouvement d'abaissement. Aussi l'exercice nécessite-t-il une synergie complexe des muscles abducteurs et adducteurs, des extenseurs et fléchisseurs des cuisses sur le bassin. Il y a aussi un effort d'équilibre considérable, car la surface de sustentation du corps est très limitée. Si la contraction des triceps fémoraux et des muscles du mollet du membre d'arrière est très énergique, puisqu'elle doit neutraliser l'action fléchissante du poids du tronc, la caractéristique de cet exercice réside plutôt dans le dosage d'influx nerveux que requiert la mise en action d'unités musculaires multiples, et à des degrés très divers et asymétriques.

VI. — Dès que la position de départ est obtenue par l'écartement des membres inférieurs et l'élévation des bras, le gymnaste étend sa colonne vertébrale autant qu'il peut ; cela équivaut à une flexion en arrière. Celle-ci, poussée à son extrême limite, le corps entraîné par son poids tombe dans la direction de l'espa-

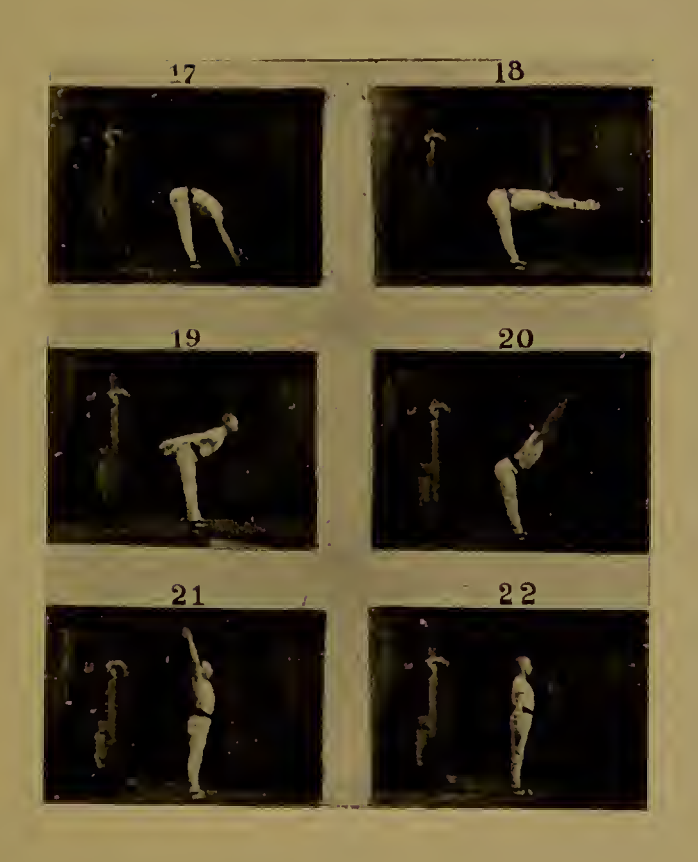
Série VI



Série VI (*Suite*)



SÉRIE VI *(Suite)*



lier, dont les mains saisissent le degré qu'elles rencontrent. La descente se fait alors degré par degré jusqu'à l'inférieur, au moyen des deux mains qui les saisissent successivement chacun.

Quand les bras dépassent l'horizontale, la tête est inclinée en arrière, et les genoux sont légèrement fléchis. Les mains remontent comme elles sont descendues, et arrivées au degré qu'elles avaient saisi le premier, exercent sur lui, en l'abandonnant, une légère pression qui repousse le corps en avant, et lui permet de ramener le tronc à la rectitude, par ses propres moyens, c'est-à-dire la contraction des muscles abdominaux et psoas iliaques.

Les fautes à éviter particulièrement : « La tête et les bras ne sont pas portés en arrière, la partie supérieure de la poitrine s'affaisse, les hanches sont portées en avant, les bras ne restent pas parfaitement étendus. »

L'état fonctionnel des muscles du corps est très divers, suivant qu'on le considère à tel ou tel moment de ce mouvement extrêmement complexe et énergique.

Lorsque le tronc est en flexion postérieure maximale, avant la chute contre l'espalier, les muscles longitudinaux du dos sont contractés de façon très énergique, de même que les fessiers. Les muscles abdominaux et les psoas

iliaques le sont à ce moment de façon intense : allongés par suite de la courbe, ouverte en arrière, de la colonne lombaire, ils font instinctivement effort pour empêcher la chute du corps en arrière, et l'on perçoit le frémissement spécial des muscles qui se contractent sous élongation.

Quand les mains arrivent en contact avec l'espalier, les extenseurs du tronc continuent à se contracter, les muscles abdominaux sont de plus en plus tendus, mais plutôt passivement qu'activement ; cependant l'effort se porte sur les triceps fémoraux, qui doivent empêcher la flexion des genoux sollicitée par le poids du tronc, supporté en partie, il est vrai, par les bras, mais dont l'effet est d'autant plus considérable, qu'il agit sur un bras de levier plus long. Cet effort des triceps croît au fur et à mesure que les mains descendent davantage à l'espalier, et lorsqu'elles arrivent à dépasser l'horizontale, les triceps fémoraux, allongés par suite du mouvement de bascule de la partie antérieure du bassin vers le haut, où elle est entraînée par la traction des muscles abdominaux distendus, les triceps fémoraux, disons-nous, sont contraints de céder un peu, et survient alors la légère flexion des genoux qui permet de continuer le mouvement jusqu'en bas.

Le travail que demande le relèvement du

tronc se fait naturellement en sens inverse de celui qui est fourni pendant la descente. Nous n'avons pas parlé de l'effort des bras; il est évident qu'il est considérable; il est dirigé dans le sens de l'extension, tout comme aux membres inférieurs. La contraction des muscles abdominaux, des psoas iliaques et des triceps fémoraux, change de caractère quand le corps remonte : leurs points d'insertion vont maintenant graduellement en se rapprochant, tandis qu'ils se contractent de façon de plus en plus effective, et arrive le moment où ils peuvent de nouveau équilibrer l'action de la pesanteur sur le tronc, et le redresser de façon active.

Un tel effort d'extension rend extrêmement difficile le maintien de la position correcte du tronc dans sa portion dorsale et cervicale, ainsi que la projection en avant de la poitrine. La traction des muscles abdominaux sur le rebord costal tend à faire descendre la cage thoracique, et, de fait, la respiration devient surtout costale supérieure; mais si, en outre, les épaules se projettent en avant, particulièrement au moment où les mains, arrivées à la partie inférieure de l'espalier, les repoussent dans cette direction par l'intermédiaire des bras, la respiration costale supérieure, elle-même, est entravée. Aussi, n'est-ce que très progressivement que cet exercice doit être pratiqué : c'est d'ailleurs ce qu'on

a soin de faire à l'Institut Central, où, dans le principe, on va à peine jusqu'à la rencontre des mains et de l'espalier.

Un effet du renversement du tronc en arrière est l'élongation des gros troncs vasculaires contenus dans les cavités abdominale et thoracique : le mécanisme de cet alllongement est facile à saisir, si l'on se représente que les vaisseaux deviennent extérieurs à la courbe formée par la colonne des corps vertébraux, appartiennent, dès lors, à une portion de circonférence qui circonscrit la première, et par conséquent, à un rayon plus grand. D'autre part, ils sont fixés par leurs bouts à la partie supérieure de la cage thoracique et à la base de l'abdomen ; il faut donc qu'ils s'allongent entre leurs extrémités supérieures et inférieures. Ils le font d'ailleurs parfaitement, puisqu'ils sont élastiques, mais ils ne le font pas sans se vider en partie. On se rend compte ainsi de l'influence qu'un tel exercice doit avoir sur la circulation générale.

Au renversement du tronc en arrière, succède toujours son inclinaison en avant, d'après le principe qui exige que toujours, en gymnastique, on équilibre une action qu'on vient de provoquer, par une action de sens contraire.

Dans la leçon que nous rapportons, cette règle fut suivie.

La flexion fut poussée jusqu'à porter le tronc à l'horizontale, et il y arriva bien droit, et les bras toujours en extension dans son prolongement. C'est que l'inclinaison du tronc jusqu'à l'horizontale, a le siège de son mouvement dans les articulations des hanches. (Ce n'est que lorsque l'on pratique la flexion totale jusqu'à toucher des doigts le sol, que le tronc, après avoir dépassé l'horizontale, se fléchit à proprement parler, et cela dans la région lombaire.)

Dans notre leçon donc, l'horizontale ne fut pas dépassée, mais le corps fut maintenu dans cette position, devenue à son tour position de départ, pour l'exécution d'un énergique et rapide abaissement des bras, qui arrivèrent ainsi à longer le tronc, puis de leur relèvement, pratiqué de même, jusqu'à l'extension verticale. L'inclinaison du tronc en avant a pour point de départ une contraction des muscles psoas iliaques et des muscles abdominaux; mais bientôt la pesanteur les remplace, et entraînerait la chute du corps en avant si les extenseurs de la colonne vertébrale et les extenseurs du bassin sur les cuisses ne limitaient son action. Ces extenseurs se contractent donc à leur tour tout en s'allongeant; ils se contractent d'ailleurs en se raccourcissant, dès que le relèvement du tronc commence.

Une fois le corps ramené tout entier dans la verticale, les bras furent abaissés, et la position fondamentale reprise. Repos.

VII. — La prise de la position de départ de cet exercice n'offre rien de particulier.

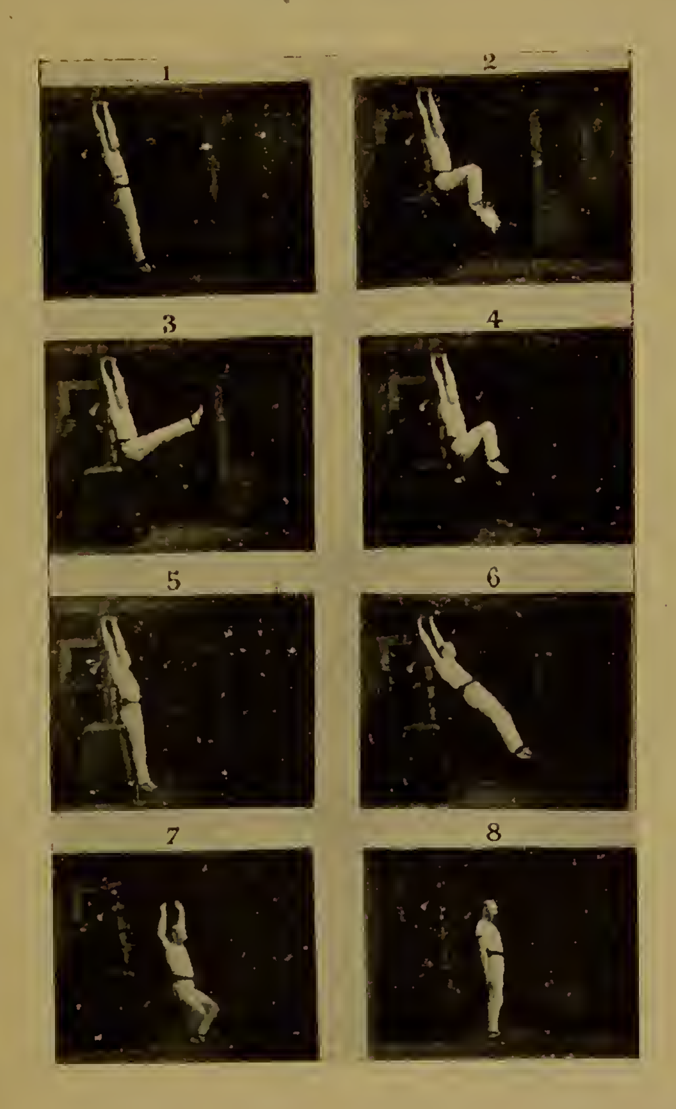
La flexion à angle droit des cuisses sur le bassin s'accompagne de la flexion des genoux : les jambes pendent verticales, et les pointes des pieds sont dirigées en bas et en dehors.

L'extension des genoux qui suit, ne doit pas modifier la position des cuisses, et les deux membres inférieurs arrivent ainsi à se tenir droits dans l'horizontale.

La flexion des cuisses, produite par la contraction des muscles psoas illiaques et droits antérieurs de la cuisse, tend, à cause du déplacement de leur centre de gravité au devant du corps, à faire basculer le bassin, en abaissant ses portions antérieures : aussi pour éviter l'ensellure que ce mouvement de bascule produirait, le gymnaste est obligé de contracter énergiquement ses muscles abdominaux, de façon à tenir le bassin à sa hauteur primitive. « Les fautes courantes consistent en ce que les membres inférieurs ne sont pas dans l'horizontale, les genoux et les talons ne se touchent pas, la tête est penchée en avant, et la partie supérieure du thorax est comprimée. »

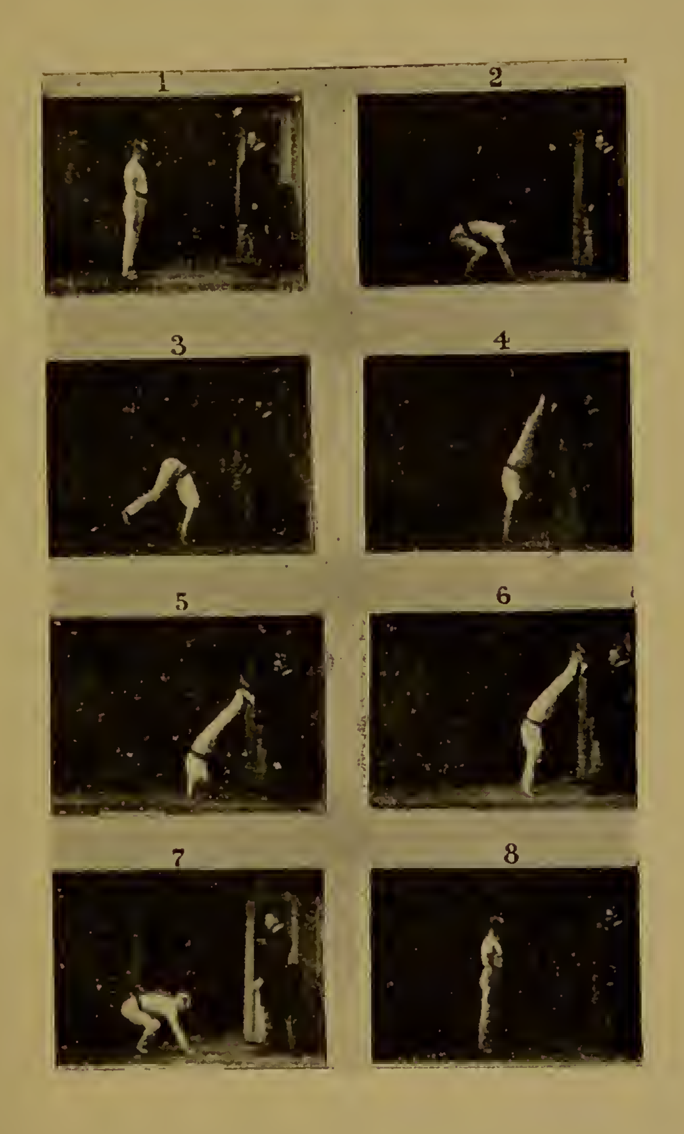
Elles se répartissent en deux groupes : un

Série VII (1)



(1) Les conditions spéciales de lumière nécessaires pour la prise de nos figures cinématographiques, nous ont forcé à remplacer l'espalier, la bomme etc., par des engins rudimentaires soutenus par des aides.

Série VIII



groupe regarde l'exécution du mouvement, qui manque de précision ou d'amplitude, ou encore d'énergie; un autre groupe dépend plutôt des défectuosités de la position suspendue, qui exige toute l'attention du gymnaste, pour qu'il ne laisse pas ses épaules se porter en avant, par défaut de contraction des rhomboïdes surtout; on comprend très bien que la contraction énergique des fléchisseurs des cuisses et des muscles abdominaux soit une cause suffisante pour détourner l'attention du maintien des épaules en position correcte. La négligence sous ce rapport est pourtant particulièrement funeste, puisque, si, d'une part, la chute des épaules en avant entrave le jeu des côtes supérieures, celui des côtes inférieures est déjà restreint considérablement par la contraction des muscles des parois abdominales.

VIII. — La chute faciale renversée se rattache à la première position fondamentale, d'abord, parce que c'est de celle-ci qu'on part pour la réaliser, ensuite parce que les conditions statiques des deux positions ne sont pas tellement différentes.

Exécutée à quelque distance d'un agrès quelconque, elle a beaucoup d'analogie avec la flexion postérieure du tronc. Elle exige une contraction énergique des muscles extenseurs de la colonne vertébrale, et elle étend assez

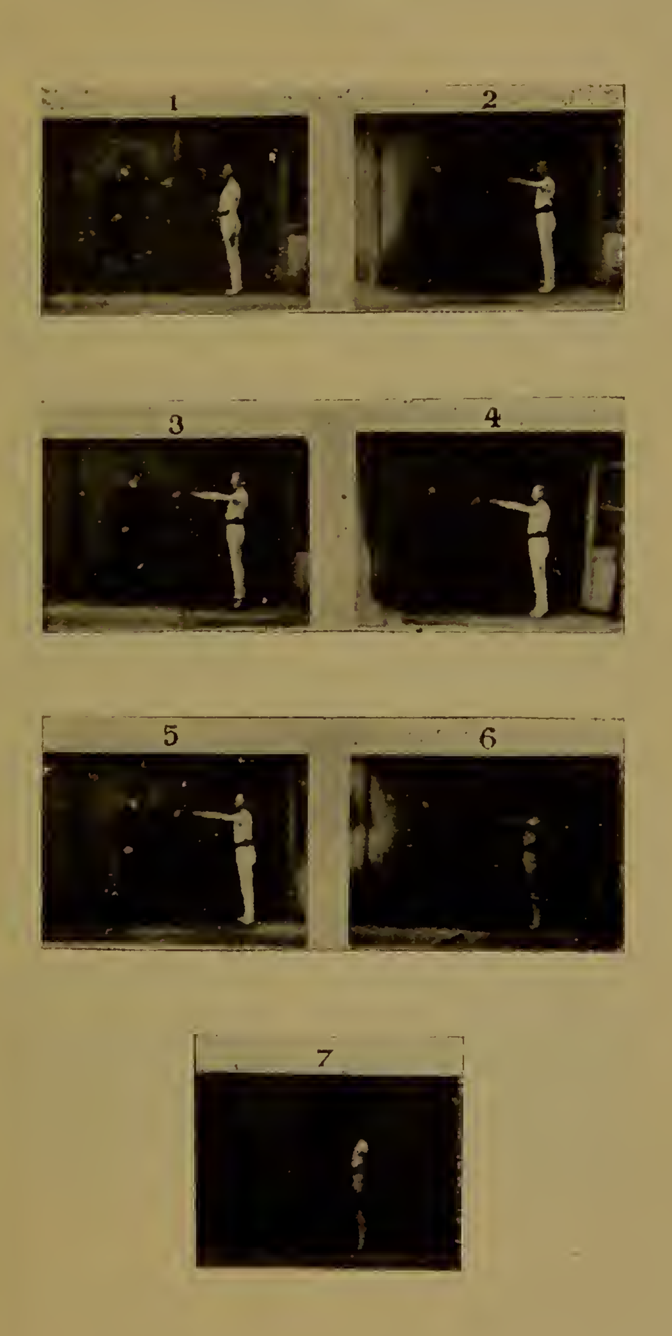
intensément les muscles abdominaux, à cause de la forte projection de la tête en arrière, qui attire vers le cou la cage thoracique. La flexion des bras qui constitue le mouvement proprement dit, est une manœuvre nécessitant un véritable travail de force, car il s'agit de soutenir le poids du corps tout entier.

La position accroupie, dans laquelle on tombe et on reste immobile, avant de reprendre la première position fondamentale, est un bon exercice d'équilibre.

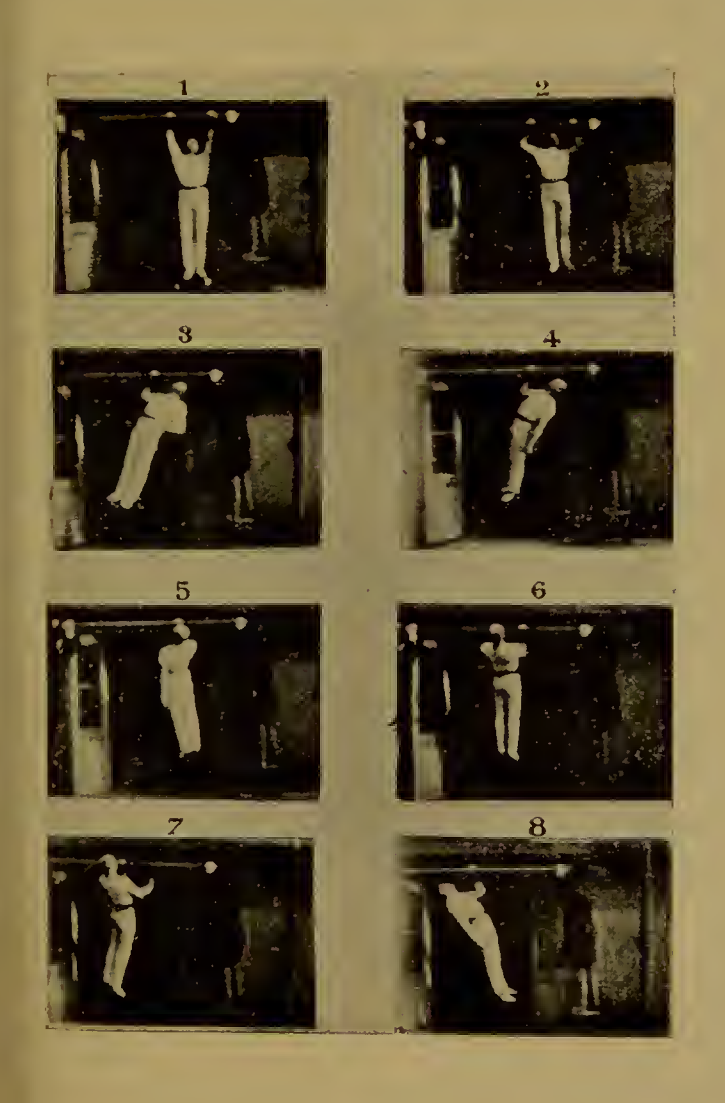
IX. — L'élévation alternative sur la pointe des pieds et sur les talons, les mains étant en appui à l'espalier, est un exercice symétrique localisateur des contractions, aux muscles antérieurs et aux muscles postérieurs de la jambe.

Il demande un déploiement de force considérable, comme toute élévation sur la pointe des pieds ; mais en plus, la flexion des pieds qu'il impose, étant un mouvement que nous ne réalisons pas souvent avec l'amplitude et l'énergie déployée ici, on met facilement en œuvre des contractions parasites qui ont pour effet, soit de fléchir les genoux, soit de porter le bassin en flexion antérieure ou postérieure sur les cuisses. Aussi ne peut-on arriver que très graduellement à la rapidité avec laquelle cet exercice fut exécuté, dans la leçon qui fait l'objet de ce rapport.

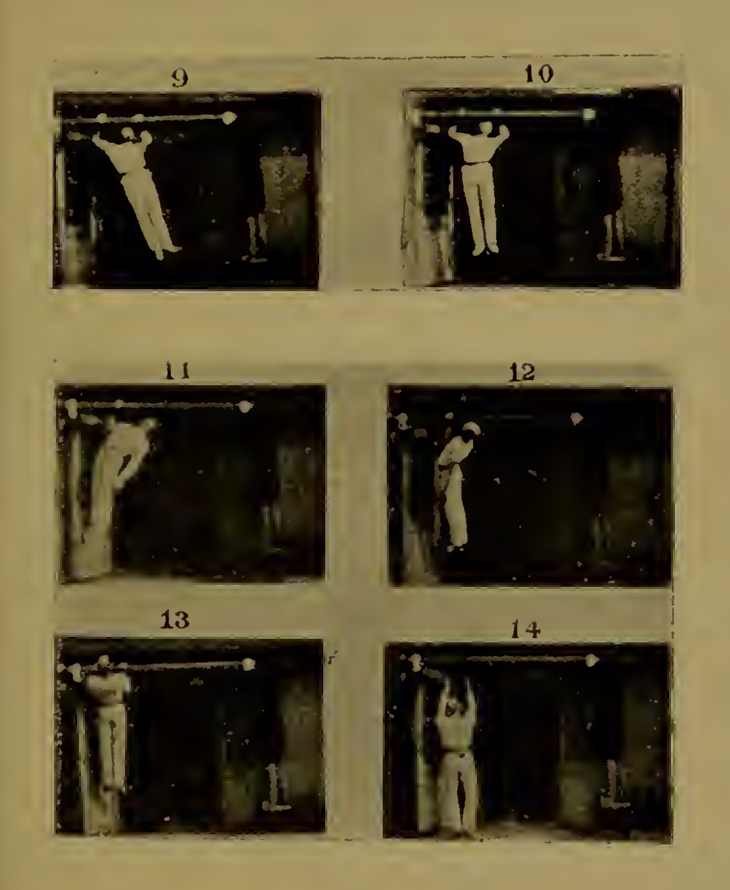
Série IX



Série X



SÉRIE X *(Suite)*



X. — La position de départ du premier exercice de ce numéro est prise comme ceci : un saut en hauteur avec projection des bras en l'air, permet aux mains et aux doigts fléchis d'accrocher l'agrès ; puis une lente flexion des coudes est exécutée jusqu'à angle droit.

« Fautes ordinaires :

Prise d'une pose de compression de la poitrine par la projection des épaules et des coudes en avant, et de la tête en bas, arrêt de la respiration ; le mouvement d'élévation a lieu par saccades, les membres inférieurs ne pendent pas l'un à côté de l'autre, dans la continuation de la ligne du tronc. »

Pas d'entrave à la respiration, voilà la première condition d'exécution correcte de cet exercice ; c'est d'ailleurs une règle générale que nous avons eu l'occasion d'entendre répéter bien des fois : quel que soit l'exercice qu'on exécute, il faut qu'il laisse la respiration tout à fait libre ; s'il l'arrête ou l'altère dans son rythme ou sa profondeur, c'est un signe qu'on n'est pas arrivé encore au développement suffisant de la force ou de l'indépendance dans leurs contractions, des muscles qui sont appelés à réaliser le mouvement proposé, et, dans ce cas, il faut renoncer à l'exécution intégrale de l'exercice, et n'en prendre que la proportion qui n'entrave aucunement le jeu des organes internes.

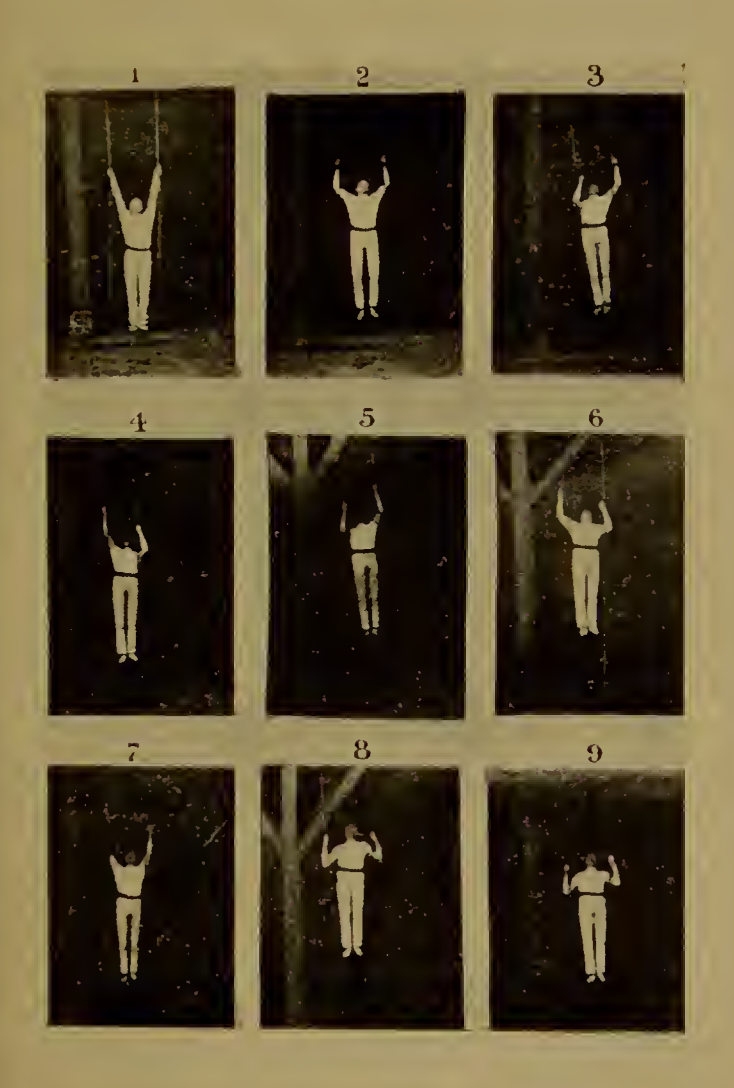
Il y a, de cette façon, des mouvements qui doivent rester interdits à toute une catégorie de personnes, car elles manquent des ressources physiques nécessaires pour les réaliser ; mais elles en trouveront toujours suffisamment qui seront proportionnés à leurs moyens, et qui pourront les conduire au développement, au maintien ou à la restauration de leurs énergies et de leur gouvernement.

La seconde condition de leur exécution concerne le rythme même de la contraction des biceps et brachiaux antérieurs, qui doit être continue et égale.

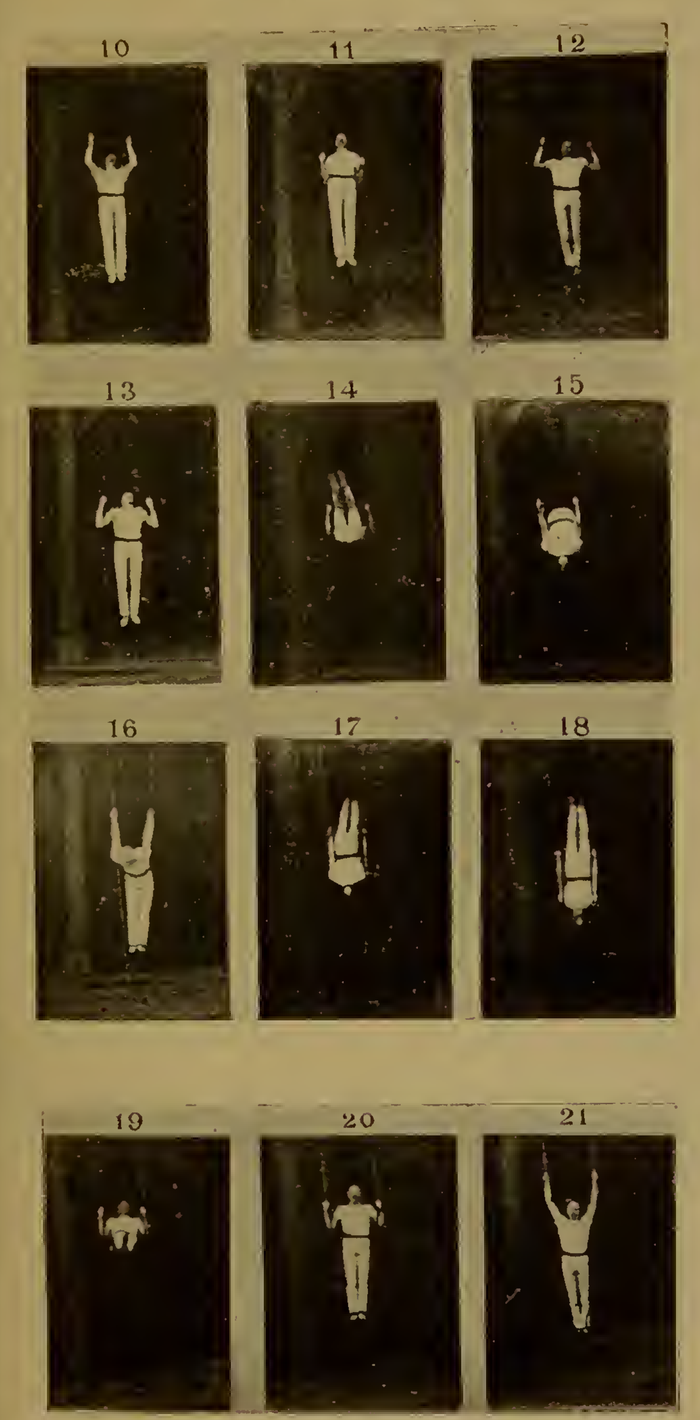
Enfin la troisième est une question d'économie ; elle évite les folles dépenses en exigeant le repos de tous les muscles dont l'action n'est pas requise.

Passant de la position de départ au mouvement, nous voyons d'abord l'énergie des contractions qu'il réclame : c'est le poids de tout le corps que les fléchisseurs de l'avant-bras ont à supporter, et à supporter avec des nuances dans leur effort, puisqu'ils doivent tour à tour s'allonger, puis se raccourcir, pour permettre le passage de la tête sous la bomme. La rotation du corps est provoquée par l'action successive des muscles supinateurs et pronateurs, qui travaillent ici de façon très spéciale ; ils meuvent non pas l'avant-bras sur le bras, mais

Série X



Série X (*Suite*)



bien le bras, avec tout le corps qui y est attaché, sur l'avant-bras.

En somme, exercice de haute énergie pour les muscles des membres supérieurs, et en même temps de gradation dans l'effort et d'indépendance des mouvements.

XI. — 1° Il y a une grande analogie entre cet exercice et le précédent. Il ne requiert pas l'action particulière des pronateurs et supinateurs dans sa réalisation, la contraction des muscles fléchisseurs de l'avant-bras se fait avec des variations plus considérables dans la distance de leurs points d'insertion ; mais l'effet énergétique est également très considérable.

2° Quand le renversement du corps est opéré, et que le tronc est étendu, la tête rejetée en arrière, la position obtenue, et par conséquent l'effet statique, est sensiblement la même que dans l'exercice VIII ; les deltoïdes seulement n'interviennent pas, puisque les bras sont ici étendus le long du corps, et non en extension verticale comme au n° VIII.

A cette extension énergique des muscles extenseurs de la colonne vertébrale, succède une diminution de leur effort, tandis que les fléchisseurs des cuisses donnent à celles-ci une impulsion en avant : la pesanteur continue leur action, à laquelle les extenseurs de la cuisse sur le bassin opposent un frein, et le tronc

fléchi en avant arrive dans l'horizontale, et peut même un peu la dépasser. A ce moment les rapports du tronc et des bras sont les mêmes que dans l'extension des bras en arrière, avec cette différence que, dans le cas présent, la position est passive, la rencontre de l'humérus avec l'acromion, les ligaments et les masses musculaires empêchent seuls la continuation du mouvement de rotation du tronc entraîné par son poids, tandis que dans l'extension du bras en arrière, la force est la contraction musculaire du grand dorsal, du grand rond, du deltoïde, etc., à laquelle s'opposent d'ailleurs les mêmes obstacles anatomiques.

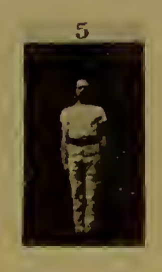
Le relèvement du corps exige de fortes contractions des muscles extenseurs du tronc, des extenseurs des cuisses sur le tronc, de même que celles des pectoraux qui sont les agents actifs du mouvement de bascule du corps, au niveau des articulations des épaules.

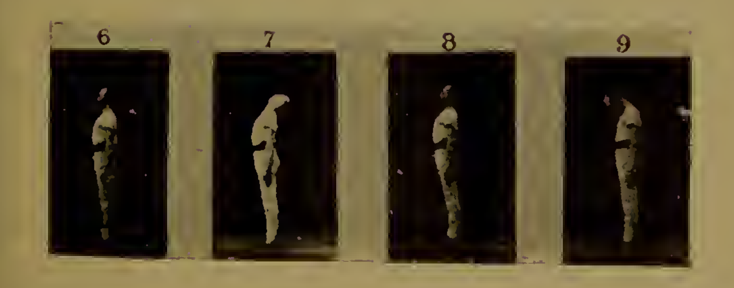
XII. — La prise de la position de départ ne présente de particulier, que le contact dans lequel restent les talons, quand on fait l'élévation sur la pointe des pieds.

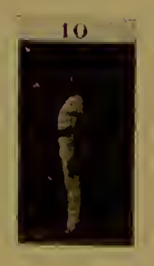
Ce contact est pour l'élève une façon de contrôler, pendant l'exécution du mouvement, le maintien correct de l'angle droit formé par les axes des pieds, puis il facilite le maintien de l'équilibre. Le mouvement lui-même, flexion

SÉRIE XI



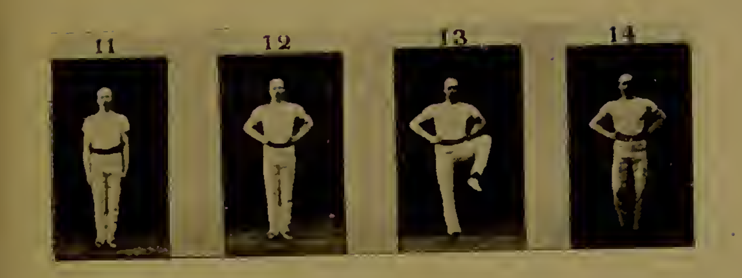






13.

Série XI (*Suite*)





des genoux, doit laisser cet angle intact, et pour cela les genoux sont projetés en dehors. Il est de règle absolument générale de toujours faire la flexion des genoux en les dirigeant fortement en dehors, parce que de la sorte il y a moins de danger de déterminer des hernies crurales, grâce au rapprochement des faisceaux musculaires des muscles psoas-iliaque et pectiné qui forment une barrière solide, si l'on peut ainsi dire, au devant du canal par où passent, quand la hernie se produit, les viscères abdominaux. L'exercice est, en somme, un exercice d'équilibre, avec mise en action intense et symétrique des extenseurs du pied, du genou et de la cuisse, et les mouvements sont de vrais mouvements de résistance actifs-passifs, ou passifs-actifs, suivant l'instant où on les considère, et les groupes musculaires sur lesquels on porte son attention.

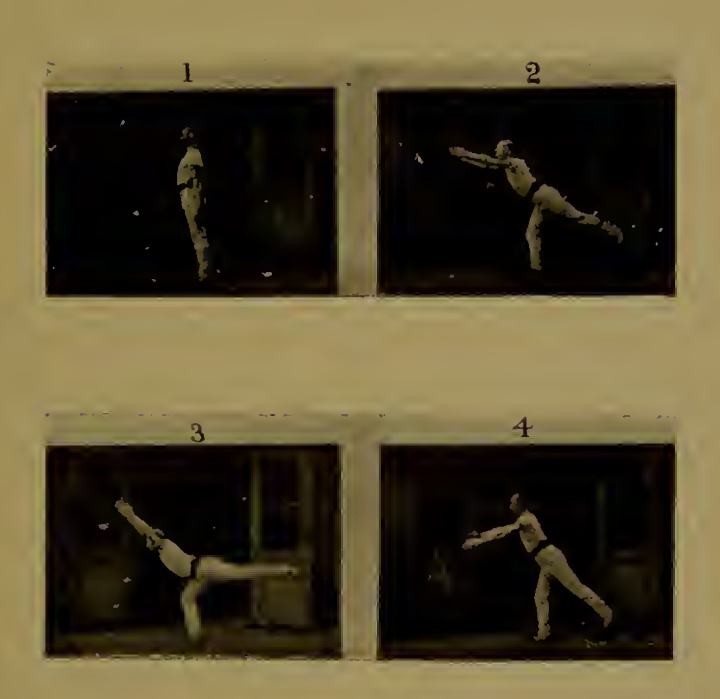
Retour à la position de départ, et exécution immédiate de la flexion de la tête (notre figure par suite d'un malentendu, indique au contraire que l'aimable gymnaste qui a bien voulu reproduire, en vue de notre rapport, les exercices de la leçon, a repris la position fondamentale debout) rendue particulièrement difficile, à cause de la station persistante sur la pointe des pieds.

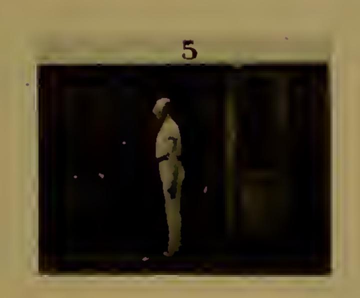
Le dernier mouvement que comporte le n° XI, est pris à une allure rapide, qui devient

de plus en plus vive. Son exécution correcte exige que le genou du membre en appui soit complètement étendu, que les pointes des pieds rencontrent, à chaque chute, le sol sous un même angle, et au même endroit. D'autre part le genou du membre suspendu doit se fléchir énergiquement. Cet ensemble de conditions nécessite un maintien parfait de la rigidité du tronc, de façon à ce que le centre de gravité qui subit des mouvements d'élévation et de descente, les subisse toujours dans un même plan vertical. La difficulté de garder l'équilibre est compliquée de l'exécution de mouvements rapides et énergiques, provenant de la contraction alternante des muscles extenseurs de la cuisse, du genou et des pieds, et des muscles fléchisseurs de la cuisse et du genou.

XIII. — Voici une nouvelle combinaison du maintien de l'équilibre, avec une extension énergique du tronc et de tout le corps, qui, peut-on dire, réalise un véritable effort d'allongement. Le mouvement est exécuté en un temps, la flexion du membre inférieur, qui doit rester en appui, se fait simultanément avec l'inclinaison du tronc en avant, la projection des bras en extension verticale et l'extension du membre suspendu. Le corps entier depuis l'extrémité des mains jusqu'à la pointe du pied soulevé, décrit un arc ouvert en haut, et tandis

Série XII





que les muscles du mollet et les extenseurs de la cuisse d'une part, ont à équilibrer tout le poids du corps, les muscles longitudinaux du dos, et, en général, tous les extenseurs du tronc, se contractent énergiquement, de concert avec les extenseurs du membre inférieur soulevé. Le mouvement se fait avec lenteur, et avec une gradation continue dans l'effort.

XIV. — La marche ordinaire (1), et la marche sur la pointe des pieds, qui se font successivement, se caractérisent par la réduction au minimum du travail qu'elles exigent, grâce à la limitation (dans les limites du possible) des mouvements aux seuls membres inférieurs. Le tronc garde intacte l'attitude qu'il a dans la position fondamentale debout, attitude éminemment favorable au libre jeu de la cage thoracique pendant les mouvements respiratoires, et il est pour ainsi dire transporté dans l'espace par les membres inférieurs, sans subir de balancements dans aucun sens. L'allure de la marche est rapide, et néanmoins elle ne donne l'impression ni de contrainte ni de difficulté, mais bien de légèreté et d'assurance.

La longueur de chaque pas est obtenue, non pas uniquement par la perte d'équilibre

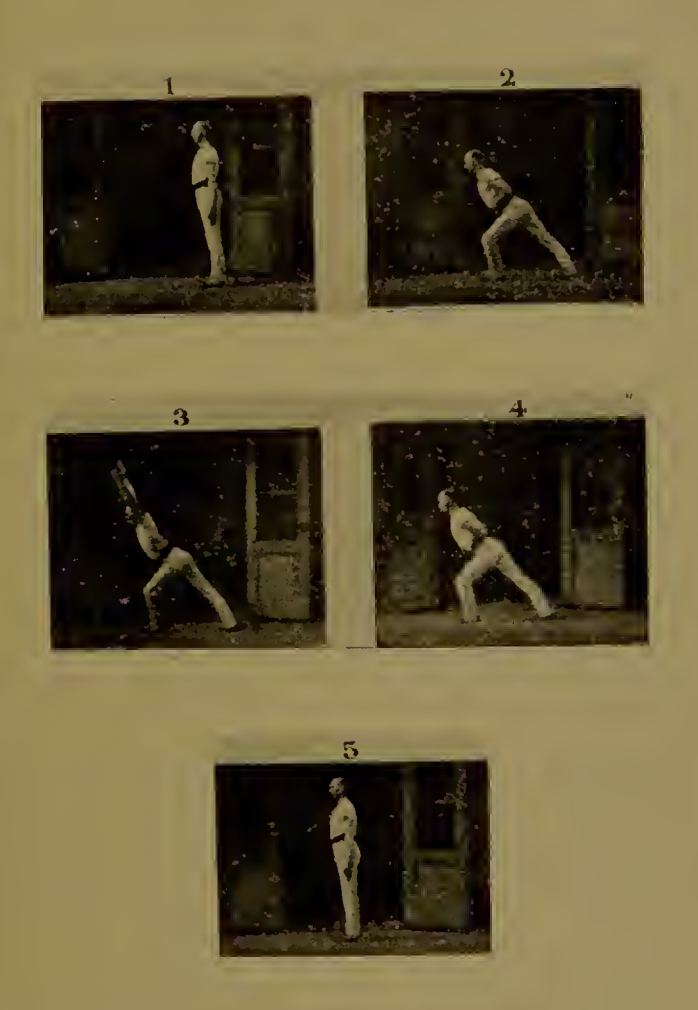
---

(1) Les figures de la série XXIII montrent les mouvements des membres inférieurs dans la marche.

déterminée par les oscillations du corps en avant, mais surtout au moyen de la détente de la jambe et du pied placés en arrière, le tronc restant rigoureusement droit et vertical. Au moment où le pied pose à terre, à plat, en supportant seul le poids du corps, le gymnaste reste momentanément en équilibre sur ce pied, tandis que la jambe qui a déterminé la détente, reste un peu en arrière et légèrement fléchie, la pointe du pied baissée et près du sol, la poitrine dégagée, les épaules basses, les reins creusés et les bras pendant sans raideur. Tel est le premier temps du pas décomposé, qui est en réalité l'exécution du premier pas, dont la longueur doit bientôt atteindre 80 cm. Le second temps ou second pas consiste à porter très vivement la jambe placée en arrière, étendue vers l'avant ; tandis que la translation du corps est aidée par la détente simultanée du jarret et de la pointe du pied, sur lequel reposait le corps, et ainsi de suite. De ce mécanisme résulte une véritable gymnastique assouplissante et intensive du pas, produisant une marche digne d'un gymnaste » (Lefébure).

XV. — Le passage de la position fondamentale debout à la position de départ, se fait en un temps, dans lequel les coudes, les poignets et les articulations métacarpo-phalangiennes sont fléchies, les extrémités digitales

Série XIV (1)



(1) Par suite d'une erreur dans la reproduction des clichés, les figures de cette série sont retournées ; il faut donc rapporter au membre inférieur droit des figures ce qui, dans l'analyse du mouvement, s'applique au membre inférieur gauche et vice-versa.

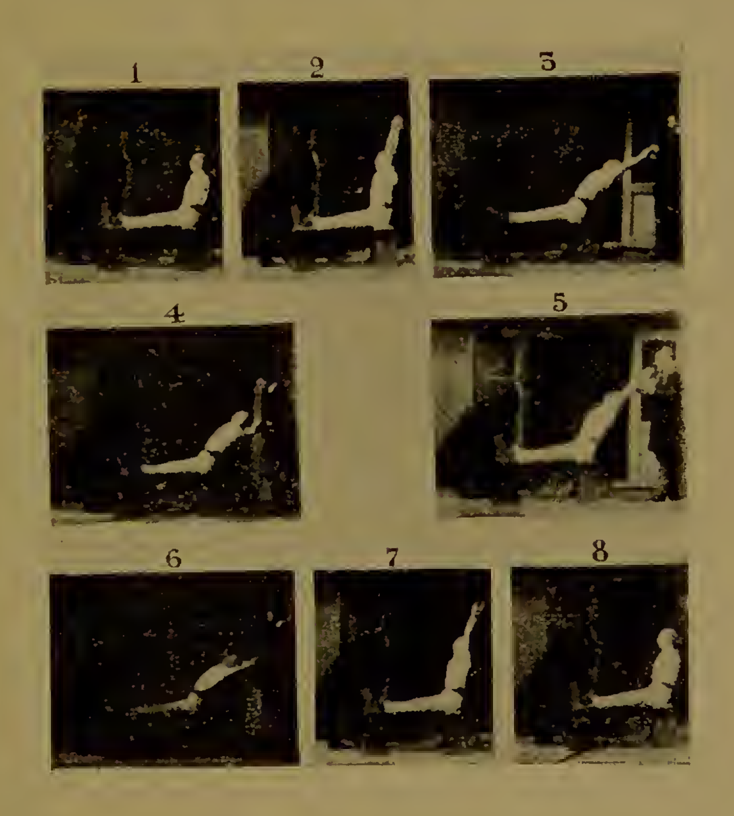
venant en contact avec la région deltoïdienne, tandis que, d'une part, le membre inférieur gauche étendu sur le bassin est porté en arrière, de façon que le pied rasant le sol, vient s'y poser à plat, à une distance du pied droit égale à trois fois sa longueur, et d'autre part, le membre inférieur droit se fléchit, au niveau des articulations de la hanche et du genou, à un degré tel, que la jambe reste perpendiculaire sur le pied. Le tronc subit un mouvement de translation en arrière et en bas, et s'incline en avant, de façon à se trouver dans le prolongement du membre inférieur gauche. Les parties symétriques du bassin se trouvent à la même hauteur. Dans ces conditions le poids du corps repose surtout sur le membre inférieur droit; de plus, le maintien de cette position inclinée du tronc étendu suppose une contraction des muscles extenseurs de la colonne vertébrale plus énergique que dans la position fondamentale debout, car la tendance à la flexion en avant des articulations des corps vertébraux est augmentée par le fait que ces corps vertébraux n'étant plus superposés suivant une ligne sensiblement verticale, ont leurs centres de gravité tombant chacun, non plus directement sur le segment immédiatement inférieur, mais bien en avant de ce segment, qui ne leur offre plus ainsi qu'un

point d'appui incomplet, ce qui doit être compensé par la contraction des muscles extenseurs du tronc.

Quant aux muscles extenseurs de la cuisse sur le tronc, et de la jambe sur la cuisse, ils sont nécessairement contractés, comme dans la position debout, pour le maintien de l'équilibre ; seulement ils le sont très inégalement à droite et à gauche : leur action est plus énergique au membre inférieur droit, qui supporte presque tout le poids du corps, et elle s'y produit, les muscles étant dans l'allongement, tandis que les muscles extenseurs du membre inférieur gauche, moins énergiquement contractés, le sont avec rapprochement maximum de leurs points d'insertion. Le mouvement proprement dit fait entrer symétriquement en action les muscles élévateurs des bras et extenseurs des avant-bras, puis, dans l'abaissement des membres supérieurs, les muscles antagonistes des premiers. En résumé, l'exercice comporte des contractions statiques et asymétriques aux membres inférieurs, des contractions dynamiques et symétriques aux membres supérieurs, des contractions statiques et symétriques au tronc. Il est répété ensuite avec les jambes inversement placées.

Les fautes signalées par le manuel militaire sont :

Série XV (1)



(1) L'espalier est, dans ces figures, remplacé par un aide.

« L'arrêt ou l'arythmie de la respiration, la chute en avant de la tête, le haussement des épaules, la flexion du genou d'arrière, l'extension des bras dans une direction qui n'est pas celle du tronc », puis, pour le second exercice du numéro XIV, qui n'est qu'une progression du premier caractérisée par la limitation du point d'appui du membre d'arrière à la seule pointe du pied étendu : « appui sur le sol du bord interne du pied d'arrière, projection en dedans et flexion insuffisante du genou d'avant, voussure des reins, défaut d'allongement du corps, chute du dos pendant le mouvement des bras ».

Les fautes dont le signalement nous renseigne sur l'esprit dans lequel l'exercice est conçu, montrent bien qu'il a pour but, en même temps que la forte extension des muscles longitudinaux du dos et la contraction asymétrique des muscles des membres inférieurs, la contraction symétrique et nettement délimitée de deux groupes musculaires des membres supérieurs.

XV. — Le sujet assis sur un banc, a les genoux et les pieds étendus, ces derniers passés sous le degré inférieur de l'espalier. Cela constitue une petite modification à la position fondamentale assise. On arrive à la position de départ, en inclinant le tronc en arrière à 45°, et en portant les bras dans l'extension verticale.

Le mouvement est alors exécuté : abaissement, puis relèvement des bras, dans un plan parallèle au plan frontal, et ce, avec résistance. Fautes qu'il faut particulièrement éviter :

« Les reins se voûtent en arrière, au moment où l'on prend la position de départ; les bras, dont la direction doit prolonger celle du tronc, ne suivent pas celui-ci dans son inclinaison en arrière, et restent trop près de la verticale pendant le mouvement des bras, qu'il ne faut exécuter ni trop vite, ni par saccades ; le dos s'arrondit ; la tête et les épaules sont portées en avant et le menton en haut. »

En d'autres termes, il faut que les extenseurs de la colonne vertébrale ne se relâchent pas, et que la poitrine reste bien déployée ; mais en plus, il faut une contraction des muscles abdominaux qui mérite une mention particulière. En effet, si la première cause du mouvement d'inclinaison du tronc en arrière est la contraction des extenseurs du tronc sur les cuisses, la pesanteur, par suite du déplacement en arrière du centre de gravité de la tête et du buste, la remplacera bientôt, et provoquerait la chute en arrière, si les muscles abdominaux et les psoas ne l'empêchaient; grâce à la contraction des droits antérieurs des cuisses, des couturiers, etc., le bassin est fixé, et les pubis ne peuvent basculer vers le haut, il en résulte

Série XVI



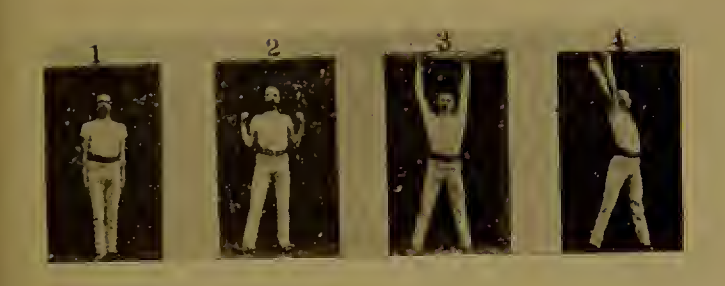
que les points d'insertion des muscles grands droits et des muscles obliques de l'abdomen s'écartent, que ces muscles donc s'allongent, tandis qu'ils se contractent. L'inverse se produit, ils se raccourcissent en se contractant, quand le mouvement proprement dit, celui des bras, étant terminé, le tronc est ramené dans la verticale. Au moment du mouvement des bras, les muscles abdominaux sont statiquement contractés sous allongement. Nous avons donc successivement trois formes de contractions de ces muscles : celles des mouvements passifs-actifs, la forme statique, et celle des mouvements actifs-passifs.

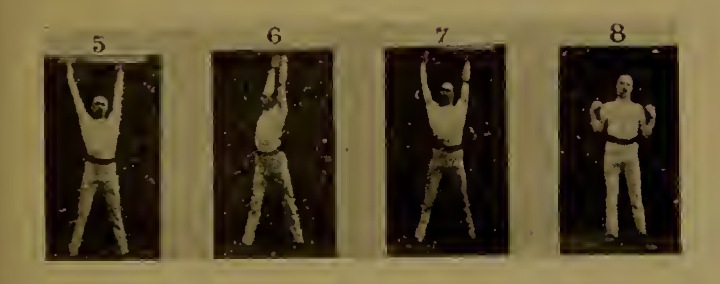
Quant aux résistances opposées aux mouvements des membres supérieurs, elles augmentent, d'une façon proportionnée à leur importance, l'énergie des contractions des muscles élévateurs et abaisseurs des bras.

XVI. — Cet exercice réclame la mise en action d'un grand nombre de muscles ; muscles des membres supérieurs d'abord : avec prédominance des fléchisseurs pour celui qui a saisi le degré supérieur de l'espalier, avec prédominance des extenseurs pour l'autre ; muscles des membres inférieurs ensuite, pour les garder dans la direction du tronc lui-même, et empêcher l'adduction de celui qui est placé au-dessus, grâce à la contraction des abducteurs, et l'abduc-

tion de celui qui est placé en dessous par l'action des adducteurs; muscles du tronc, enfin et surtout, et parmi ceux-ci, les fléchisseurs particulièrement, du côté qui regarde en haut, notamment le carré des lombes, le grand dorsal et le grand dentelé et les muscles obliques de l'abdomen, dont la contraction s'oppose à la flexion du corps vers le bas, à laquelle l'entraînerait le poids des membres inférieurs. Mais ce n'est pas seulement cette flexion toute seule qu'il s'agit d'empêcher, il y a encore la rotation, la torsion du corps, des hanches, à vaincre; il y a l'extension du tronc dans le sens antéro-postérieur à garder, comme dans la position fondamentale debout; bref une série de buts qui exigent la synergie de presque tous les muscles du tronc. Le retour à la position de départ s'opère lentement, ce qui nécessite la contraction des muscles fléchisseurs du tronc et du bras supérieur sous allongement. Alors que pendant le maintien de l'horizontalité du corps, la puissance est égale à la résistance, pendant la descente, la puissance devient graduellement inférieure à la résistance. Cet exercice, dont la réalisation demande l'action asymétrique des muscles des membres et du tronc, est répété aussitôt en direction inverse; le côté du corps tourné vers le bas pendant la première exécution, regarde en haut pendant la seconde.

Série XVII







XVII. — La prise de la position de départ se fait en deux temps :

1° Le pied gauche est écarté, tandis que les deux membres supérieurs sont fléchis, les doigts venant toucher la région deltoïdienne.

2° Le pied droit est écarté à son tour tandis que les membres supérieurs sont portés en extension verticale. Cette position de départ a l'avantage de fixer le bassin, ou du moins de le rendre moins mobile autour de l'axe vertical du corps.

L'exécution du mouvement proprement dit consiste « à imprimer au tronc une rotation à gauche, poussée aussi loin que le permet la position des pieds qui doit rester inaltérée. La tête et les bras suivent le mouvement du tronc de façon purement passive, les genoux restent tendus et les omoplates conservent leur adduction ».

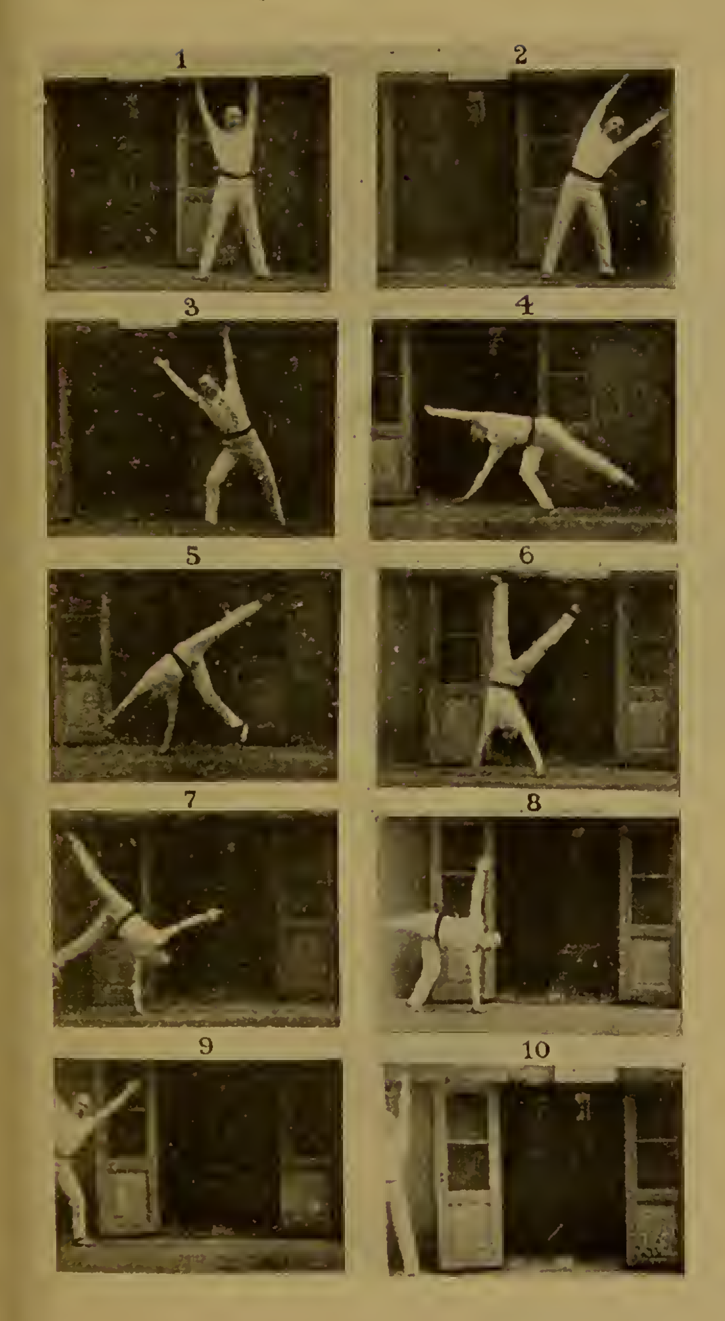
Les fautes les plus communes consistent « à déplacer les pieds sur le sol, à faire participer les hanches au mouvement, de façon exagérée, à fléchir les genoux, à modifier les rapports de la tête et du tronc ».

Le but de cet exercice, on le voit nettement d'après cet exposé, est de faire agir les muscles rotateurs du tronc, au niveau de la colonne lombaire, sans toutefois exclure un certain degré de torsion du bassin lui-même sur les

membres inférieurs. La rotation est ensuite exécutée vers la droite, et répétée plusieurs fois avec direction alternante.

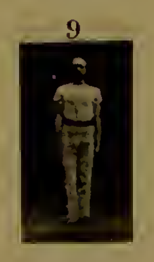
XVIII. — L'exercice de la roue commence en partant de la position qui sert de départ et d'arrivée à l'exercice précédent. Il s'adresse, peut-on dire, de façon spéciale, à la musculature latérale du tronc, quoique son exécution nécessite la synergie de muscles des quatre membres et de la plupart des muscles du torse. Un élan est pris par l'inclinaison des parties supérieures du corps, du côté opposé à celui vers lequel se réalisera le mouvement suivi de la vive et énergique projection de ces mêmes parties dans la direction opposée. Tandis que les mains descendent ainsi en décrivant un arc de cercle, jusqu'au contact du sol, les membres inférieurs se fléchissent légèrement, puis s'étendent brusquement, cherchant de la sorte contre la résistance du sol, une impulsion qui les projette en l'air. Le mouvement de rotation du corps autour d'un axe antéro-postérieur, perpendiculaire à l'axe vertical, ainsi commencé, se continue par la contraction énergique des muscles fléchisseurs latéraux du tronc, du côté tourné vers la direction du mouvement. L'effort doit tendre à limiter, autant que possible, le travail à ces muscles fléchisseurs latéraux, en gardant l'extension des membres, et l'extension dans le sens antéro-postérieur du torse lui-même.

Série XVIII



Série XIX (1)





(1) La première flexion est seule figurée.

Les membres sont comme les rayons d'une roue tournant autour de leur moyen, constitué par le centre de gravité du corps : si l'énergie des contractions des fléchisseurs latéraux du tronc est insuffisante, de même que celle des extenseurs dorsaux, le mouvement se dénature complètement, et les pieds et les mains, au lieu de tomber successivement sur une même ligne droite, tombent, les premiers, sur une ligne, et les seconds, sur une autre ligne d'autant plus distante de la première, que la flexion du tronc et des hanches est plus accentuée. L'action des fléchisseurs latéraux des deux côtés du tronc est nécessaire pour la progression dans un sens, mais elle se produit avec des modalités différentes, les muscles d'un côté se contractant sous raccourcissement, tandis que les muscles de l'autre côté se contractent sous allongement ; aussi l'exercice est répété avec une direction de mouvement opposée à la première.

XIX. — Ce numéro comprend deux flexions des genoux sur la pointe des pieds, la première coïncidant avec l'élévation des bras dans la verticale, la seconde se faisant tandis que les mains restent placées à la nuque.

XX. — Nous avons maintenant un exercice d'application : le maintien de l'équilibre sur plans inclinés. Pour cela, on fixe de loin en

loin des bancs, par une de leurs extrémités, au sommet de l'espalier; ainsi sont constitués les plans inclinés sur lesquels les élèves, à la course, un fusil à la main, s'élancent; puis, arrivés au sommet, se retournent, sans chercher point d'appui à quoi que ce soit, changent leur fusil de main, et redescendent vivement, pour recommencer, après avoir franchi un espace de terrain horizontal, l'ascension et la descente d'un nouveau plan incliné.

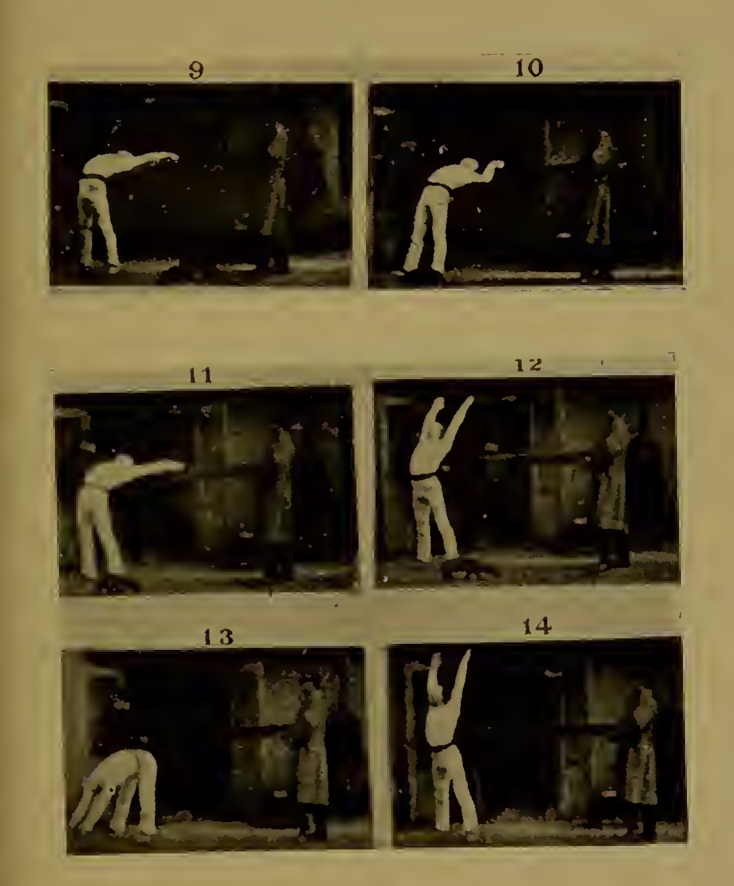
Ils parcourent de la sorte le chemin varié que leur offrent six bancs disposés, comme nous l'avons dit, obliquement autour de la salle de gymnastique; ils doivent donc vaincre la difficulté de garder le corps droit, pendant la montée, comme pendant la descente des pentes, les pieds en forte flexion pendant la première, et en forte extension pendant la seconde; de faire demi-tour sur un appui étroit et incliné, et de lutter contre la tendance au vertige pendant l'exécution de ce dernier mouvement, qui a lieu à une hauteur de deux mètres au-dessus du sol environ.

XXI. — Ce numéro n'étant que la répétition du n° X, ne comporte pas d'observations spéciales. Remarquons cependant qu'il se termine par l'exécution de mouvements de pronation et de supination des membres supérieurs étendus verticalement, combinés avec des extensions

Série XXII, N° 2



Série XXII, N° 2 (*Suite*)



et des flexions des doigts alternantes : les extensions des doigts suivent ainsi immédiatement des exercices qui ont nécessité l'action énergique de fléchisseurs.

XXII. — 1° La course ascendante a pour but de faire exécuter le saut au-dessus de la bomme supérieure, d'une certaine hauteur, donc d'en faire un saut en profondeur.

Tout d'abord la bomme supérieure est placée au-dessus de l'inférieure, à une hauteur telle que, quand le gymnaste se trouve au sommet du plan incliné, elle se trouve à peu près au niveau de ses hanches ; ensuite on l'élève de façon qu'elle se trouve au niveau du creux épigastrique. L'effort déployé par la brusque extension des membres inférieurs, pour projeter le corps au-dessus de la bomme, est donc, au commencement, d'autant moins important, que le tronc a plus de facilité à s'incliner en avant, au-dessus d'un obstacle en somme peu élevé ; mais lorsque la bomme est placée dans la seconde position, l'effort des membres inférieurs doit être beaucoup plus considérable ; et il doit s'y ajouter une aide plus importante de la part des extenseurs des membres supérieurs. Quoi qu'il en soit, la principale difficulté consiste à diriger l'effort des membres inférieurs de telle façon, qu'ils soient projetés latéralement en haut et en avant, tandis que le corps

tout entier exécute une rotation d'un quart de tour qui fait arriver le gymnaste en contact avec le sol, dans une position telle, que ce soit son côté et non son dos qui est tourné vers l'agrès.

Ce mouvement complexe exige la synergie de muscles des quatre membres et du tronc, synergie d'autant plus riche d'ailleurs, que le tronc doit garder, pendant l'appui des mains, aussi bien que pendant la chute libre, l'extension de la première position fondamentale.

En outre, aussi bien à la première hauteur de la bomme supérieure qu'à la seconde, le mouvement est exécuté deux fois, de façon à ce que la chute soit exécutée d'abord à gauche, puis à droite.

2° Lorsque, après l'exécution du renversement, le gymnaste se trouve en suspension en avant, ses membres supérieurs sont, par rapport au tronc, étendus comme dans toutes les positions de départ, en extension antérieure.

Il transforme celle-ci en extension verticale, en exécutant d'abord une flexion des avant-bras sur les bras, qui a pour effet d'élever le tronc, et de le porter en avant, tandis que son axe devient parallèle à celui des avant-bras, puis en étendant les bras sur les avant-bras, ce qui porte de plus en plus le tronc en avant, et le met en extension dorsale forcée.

Ces mouvements font donc entrer en action, avec une grande énergie, outre les fléchisseurs des doigts et des mains, qui concourent à maintenir l'appui sur la bomme, les fléchisseurs du coude, puis les extenseurs du coude, et les élévateurs des bras.

A la puissance que constituent les fléchisseurs du coude, s'oppose la résistance d'une grande partie du poids du corps, et à celle que réalisent les extenseurs du coude et les élévateurs des bras, s'oppose la résistance du tronc à la forte extension qu'ils provoquent, résistance qui s'augmente de l'action des muscles abdominaux, qui doivent empêcher la cambrure exagérée de la colonne lombaire. Le mouvement proprement dit qui caractérise cet exercice, est exécuté en cette position de départ, la flexion des coudes alternant avec leur extension, dans un plan horizontal, ce qui suppose la contraction concomitante des deltoïdes et des pectoraux, et l'effet qui en résulte, est une graduation très fine de l'extension dorsale, qui diminue pendant la flexion des coudes, et qui croît pendant leur extension, à condition bien entendu que les membres inférieurs restent également étendus pendant toute la période du mouvement. Le retour à la position fondamentale debout s'effectue comme après l'extension dorsale à l'espalier.

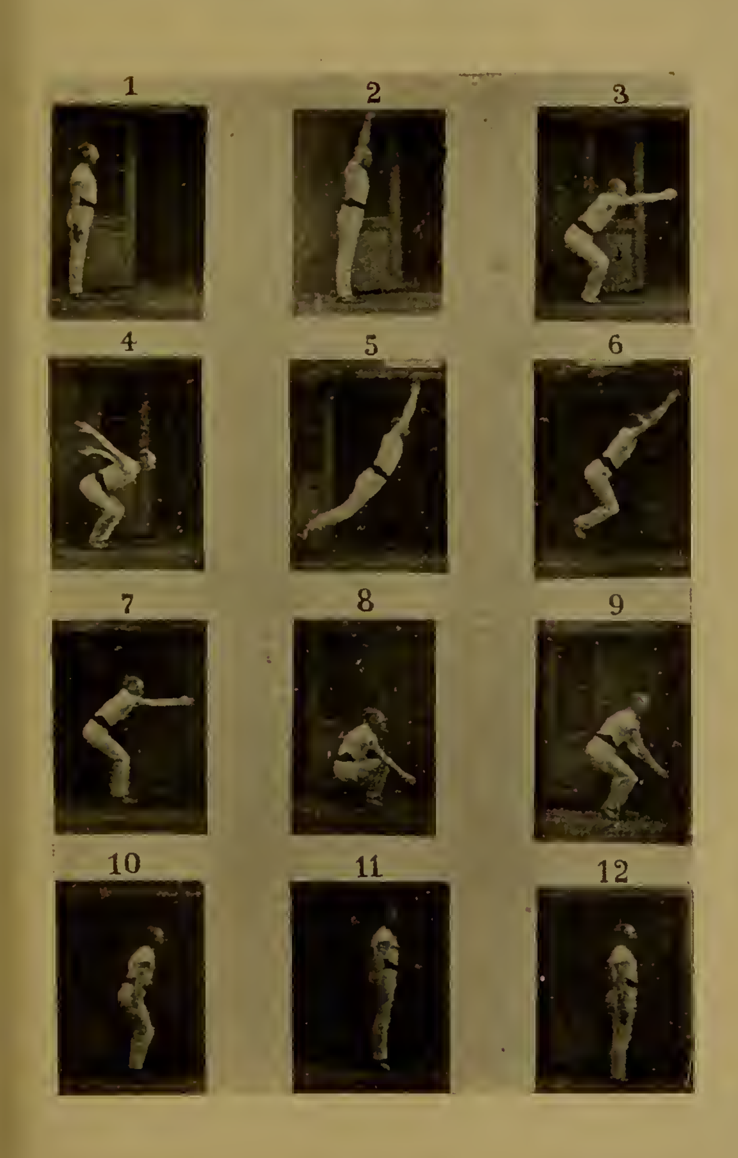
3° Dans le saut libre en longueur, la projection des bras, en avant et en haut, augmente la longueur du saut ; au fur et à mesure que celle-ci s'accroît, les pieds, les genoux sont portés plus en avant, et le tronc s'incline davantage au départ. Fautes communes : « on tombe sur les talons, les deux pieds ne touchent pas le sol en même temps, l'équilibre n'est pas gardé à la chute sur la pointe des pieds ».

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les photographies se rapportant à cet exercice pour se rendre compte de la façon dont le tronc peut garder sa position de choix, quand on suit les principes que nous puisons au manuel militaire. Il faut d'ailleurs appliquer cette remarque à chacun des sauts que comporte la gymnastique suédoise, car aussi longs, aussi hauts, aussi énergiques qu'ils soient, tous ces sauts laissent intacte l'extension du tronc, qui doit être la condition primordiale de chacun de nos mouvements.

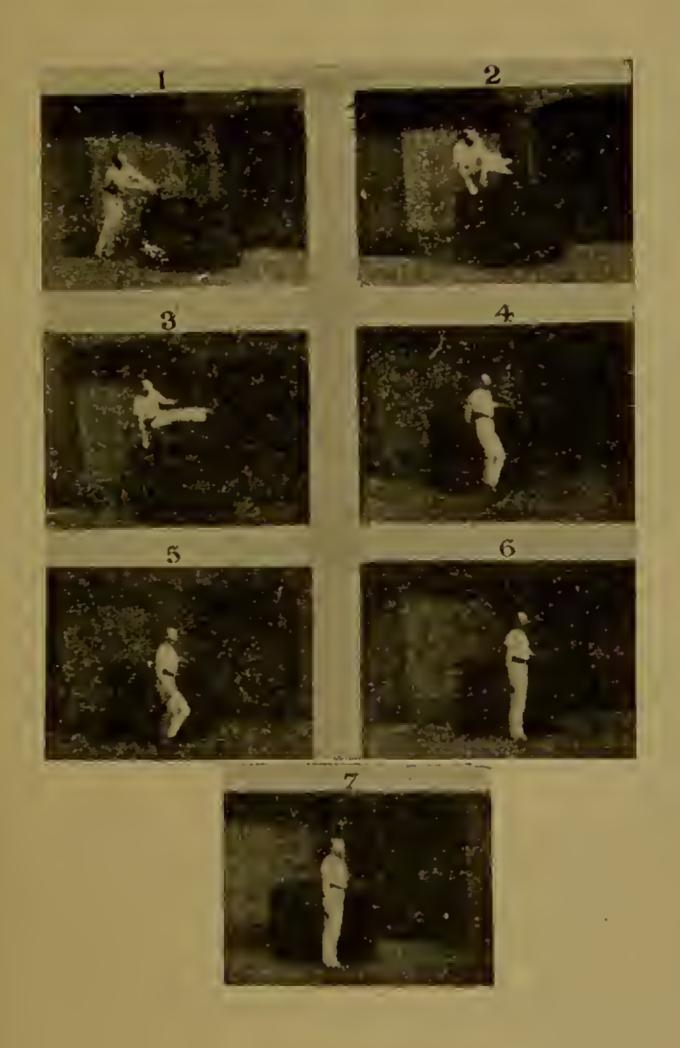
4° Le premier des quatre sauts au-dessus du cheval ici rapportés, se caractérise par l'asymétrie de l'action des muscles des membres supérieurs, des membres inférieurs et du tronc.

Au moment où les pieds quittent le sol, le corps du gymnaste se trouve à droite de l'agrès, et au moment où ils reprennent contact avec le sol, il se trouve à gauche. Les deux

Série XXII, N° 3



Série XXII, N° 4 (1)



(1) Même remarque que pour les figures de la série XIV.

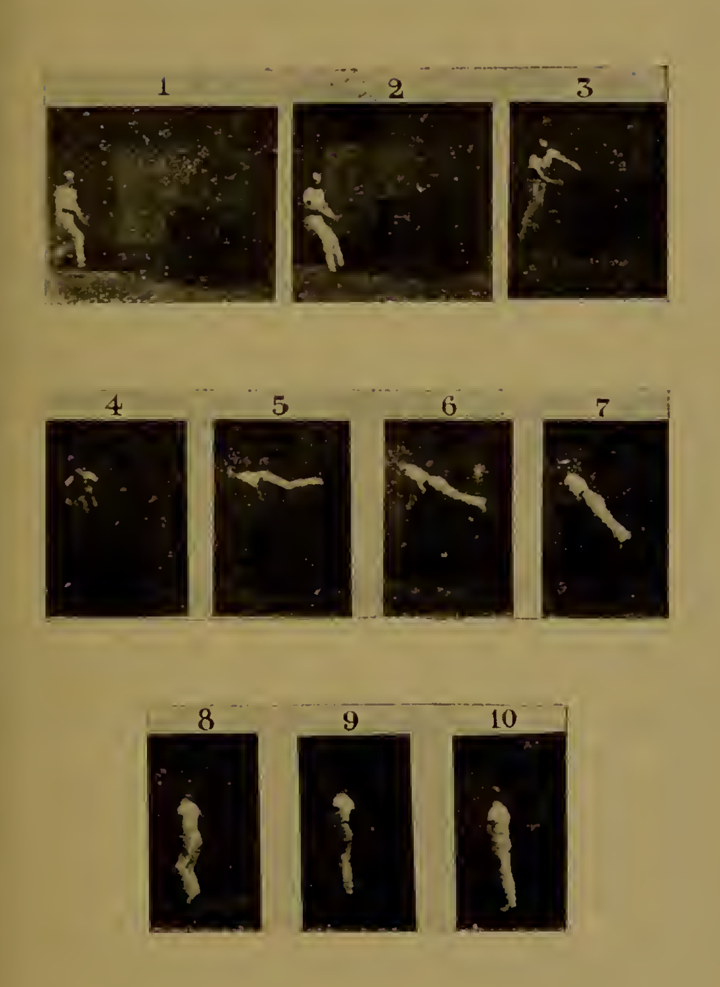
membres inférieurs, par leur brusque extension, donnent au corps l'impulsion vers le haut et vers l'avant, mais le droit agit avec plus d'énergie que le gauche. D'autre part, les membres supérieurs, par leur brusque extension simultanée avec celle des membre inférieurs, aident l'effort de ceux-ci pour projeter le corps en l'air; mais la pression de la main gauche sur l'agrès est plus forte que celle de la main droite. Cette synergie des quatre membres, jointe à l'inclinaison latérale du tronc vers le cheval, au début de la période de suspension, donne à celle-ci sa direction oblique. La direction du mouvement est en effet oblique; cependant, grâce à l'appui prédominant et bientôt exclusif du membre supérieur gauche sur l'agrès, le tronc passe, par un vrai balancement, de son obliquité initiale, à une obliquité inverse, dont l'excès est empêché par un nouvel appui du membre supérieur droit, qui remplace, à la partie antérieure de l'agrès, celui du membre supérieur gauche à la partie postérieure. Pendant ce jeu des membres supérieurs et ce mouvement de translation du tronc, les membres inférieurs se fléchissent aux genoux et aux hanches, puis s'étendent horizontalement, pour se trouver enfin étendus dans la direction de l'axe du tronc, au moment où les pointes des pieds atteignent le sol.

Alors, comme dans tous les sauts, les genoux se fléchissent et s'écartent, de façon à amortir le choc de la chute. Le saut est ensuite répété de gauche à droite.

5° L'impulsion du saut suivant se fait de façon analogue à celle du précédent ; donc, avec prédominance d'énergie dans l'extension du membre inférieur droit. Le corps est projeté en haut et en avant, dans une direction oblique de droite à gauche, et la pression du membre supérieur gauche sur l'agrès, provoque, comme précédemment, le balancement du corps ; mais comme la main droite est, au début de la période de suspension, posée sur l'agrès, plus en avant sur celui-ci que la main gauche, le membre supérieur droit étendu oppose une résistance à la progression en avant des parties supérieures du tronc. De la direction oblique du mouvement de translation imprimé au corps, et de la résistance à ce mouvement au niveau des épaules, résulte pour les parties basses du tronc et pour les membres inférieurs, un pivotement qui a pour centre le membre supérieur gauche resté en appui sur l'agrès, et animé d'un mouvement de rotation autour de son axe.

Le gymnaste, au moment de la chute, a, de la sorte, la face tournée vers le point de départ de son élan. Inutile de faire remarquer le

Série XXII, N° 5 (1)



(1) Même remarque que pour les figures de la série XIV.

caractère asymétrique de la synergie musculaire très complexe que nécessite cet exercice. On le répète en sens inverse.

6° Contrairement aux deux sauts précédents, les sauts dont nous devons maintenant nous occuper, mettent en jeu, de façon symétrique, toutes les parties du corps. Le gymnaste sautant au-dessus de la longueur du cheval, doit sa projection en avant et en haut, à la brusque détente de ses membres inférieurs : dès que ses pieds quittent le sol, il a le tronc droit incliné en avant, et les membres inférieurs en extension et abduction. Quant aux membres supérieurs, ils sont à ce moment étendus dans une direction intermédiaire à la verticale et à l'extension en avant ; brusquement, et avec beaucoup d'énergie, ils s'abaissent alors, et les mains viennent à leur tour prendre élan contre l'agrès, ce qui accentue le mouvement de translation du corps en avant. Cependant, les membres inférieurs se fléchissent et se portent en avant ; d'où mouvement de bascule du tronc, qui prend une direction verticale. Les membres inférieurs s'étendent de nouveau, et atteignent le sol en légère flexion sur le bassin.

Le saut se termine en parfait équilibre et avec la plus grande élasticité, sur la pointe des pieds, genoux fléchis et écartés. Retour immédiat à la position fondamentale debout.

7° Le saut par dessus le flanc du cheval, suppose, comme le saut par dessus sa longueur, une première impulsion des membres inférieurs, puis une seconde impulsion des membres supérieurs, par l'appui des mains sur l'agrès, pendant laquelle les cuisses et les jambes rapprochées se fléchissent à angles aigus, se portent en avant, et faisant basculer le tronc, passent entre les colonnes verticales que constituent les bras. Tandis que le saut précédent était en quelque sorte un saut en longueur avec appui, celui-ci est un saut en hauteur, compliqué par la nécessité de la forte flexion des membres inférieurs pour leur passage au-dessus de l'agrès. La chute réalise les mêmes conditions que dans le saut précédent.

XXIII. — La position de départ étant prise, c'est-à-dire la position fondamentale debout modifiée par la flexion des avant bras sur les bras, de telle façon que les uns et les autres se trouvent horizontalement placés à la hauteur des épaules, un premier pas est exécuté pendant lequel les avant-bras s'étendent vivement sur les bras dans un plan horizontal; un second pas succède au premier, tandis que les membres supérieurs restent en extension latérale; pendant le troisième pas, les avant-bras se fléchissent sur les bras reprenant leur position de départ, mains aux clavicules, puis la série des mouve-

SÉRIE XXII, N° 6



SÉRIE XXII, N°7



Série XXIII



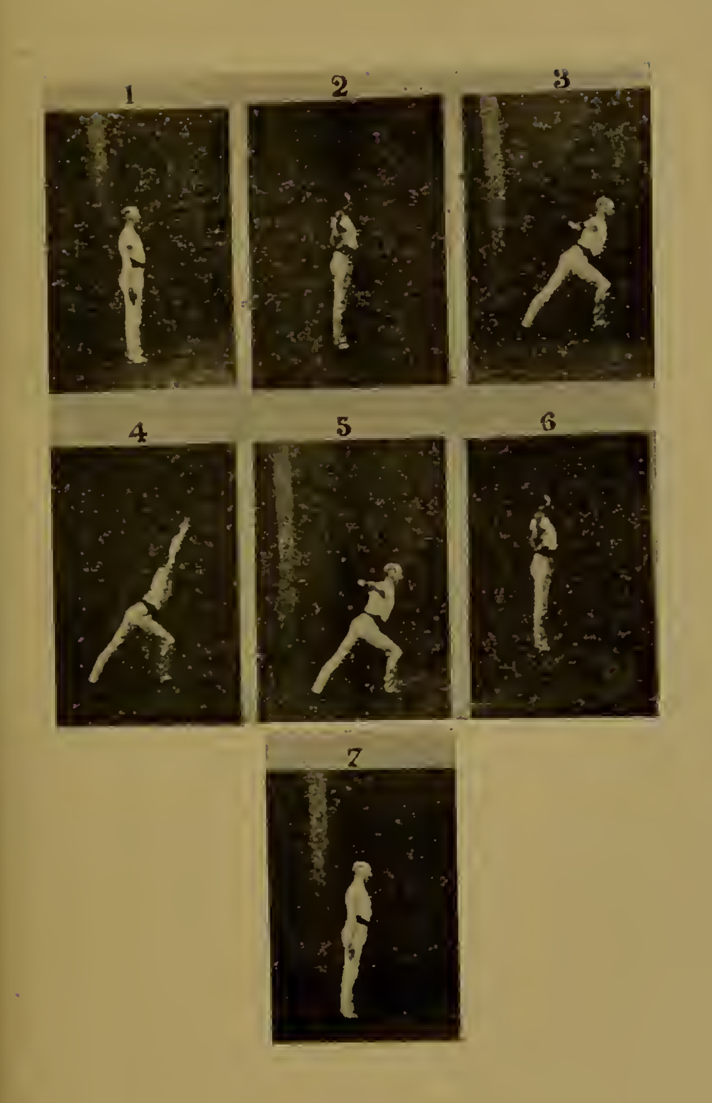
ments est reprise et répétée un grand nombre de fois.

Ce qui caractérise cet exercice en somme c'est la combinaison de deux rythmes différents ; tandis que les membres inférieurs exécutent un mouvement en deux temps : la marche, les membres supérieurs exécutent un mouvement en trois temps; il y a là un effort très-spécial vers l'indépendance des mouvements des deux paires de membres entre eux.

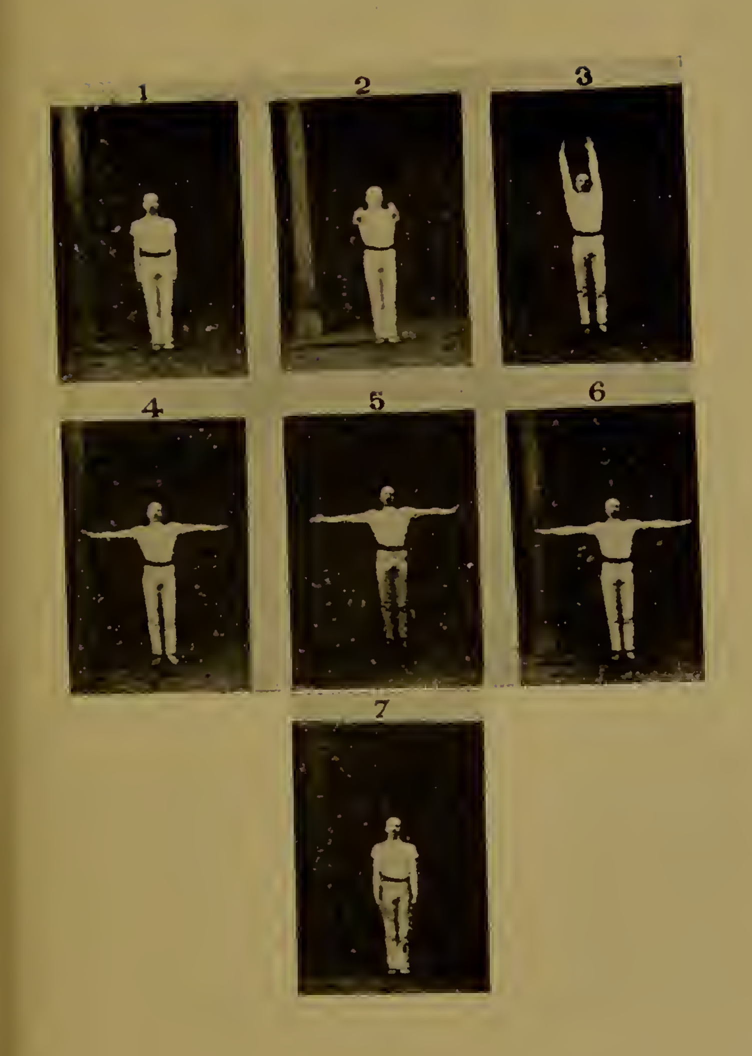
XXIV. — Cet exercice est un exercice respiratoire dans la position de fente en avant, sur laquelle nous ne reviendrons pas, car nous avons eu l'occasion d'en parler précédemment. L'inspiration coïncide avec l'élévation des bras dans la verticale, l'expiration, avec leur abaissement dans l'horizontale. L'élévation des bras entraîne les côtes en haut, par l'intermédiaire des muscles pectoraux, et par conséquent dilate la poitrine.

XXV. — Action semblable, mais plus énergique, au point de vue de la dilatation thoracique.

Série XXIV



Série XXV



CONCLUSION

Il serait absurde de prétendre tirer de la leçon que nous venons de détailler, un jugement complet sur la gymnastique suédoise. Car s'il est exact de dire, que chaque leçon est une application des principes sur lesquels repose la méthode, il n'en est pas moins vrai que celle-ci forme un tout, dont une leçon, prise à part, ne constitue qu'une partie.

Néaumoins, de même qu'un anatomiste, par l'étude d'un seul os qui lui est présenté, peut reconstituer, dans son esprit, l'animal entier auquel cet os appartenait, de même, nous trouverons dans la description des exercices rapportés, l'essence de l'enseignement de la gymnastique à Stockholm, et il nous suffira d'ajouter à ces données les remarques que nous ont suggérées les autres leçons dont nous avons été l'actif témoin, pour que nous puissions nous rendre compte de la façon dont la méthode suédoise réalise les buts multiples de la gymnastique rationnelle et scientifique.

Un premier fait saute aux yeux de l'observateur qui a l'occasion d'étudier la gymnastique de Ling en Suède, l'importance donnée à la

correction des mouvements; elle se manifeste d'abord par le soin avec lequel est définie et réalisée la position dans laquelle ils doivent être exécutés, c'est-à-dire la position de départ et la position d'arrivée, qui ne sont d'ailleurs qu'une seule et même chose; elle se manifeste ensuite, par l'exactitude de la description des mouvements eux-mêmes, et surtout par la façon dont les professeurs et instructeurs, ceux de l'Institut Central de Stockholm notamment, veillent à ce que chaque gymnaste les réalise intégralement. Pas un élève n'échappe au regard scrutateur de ces maîtres d'élite; sans cesse on les voit rectifier une position, modifier un rythme, doser une énergie, et jamais ils n'abordent un numéro du programme d'un cours, avant que le précédent ne soit exécuté dans la perfection.

L'enseignement, quoiqu'il soit donné à des classes souvent nombreuses, reste néanmoins essentiellement individuel, grâce au grand nombre des instructeurs, qui ne sont eux-mêmes que des élèves naturellement mieux doués, ou depuis plus longtemps exercés que leurs camarades; et la réussite des effets d'ensemble, auxquels les maîtres tiennent d'ailleurs absolument, comme on le conçoit sans peine, repose, non pas sur un entraînement artificiel dirigé en masse, mais bien sur l'habileté personnelle

qu'acquiert fatalement, à une telle école, chaque élève pris individuellement.

La correction des mouvements judicieusement choisis, est un élément essentiel d'éducation physique, car la création de centres neuro-moteurs dépend de la répétition suffisamment fréquente d'un travail nerveux et musculaire toujours identique à lui-même.

Quant à la répétition elle-même, elle se fait au cours de chaque leçon; de plus, elle résulte du fait que les leçons de toute une semaine, ne sont que la reproduction de la leçon du lundi. Six jours de suite donc, les mêmes exercices sont exécutés un certain nombre de fois, et toujours avec le même souci de la perfection. Et aussi avec le souci de la symétrie; tout mouvement qui, par lui-même, ne fait pas entrer en action de façon symétrique les muscles du corps, est toujours doublé du mouvement qui renverse en totalité le jeu des différents muscles.

Et cette préoccupation qui, aux yeux de l'école de Ling, et très justement d'ailleurs, doit être à la base de tout développement harmonieux de la machine humaine, est poussé si loin que, généralement, à un exercice d'extension succède un exercice de flexion, à un exercice qui s'adresse spécialement aux muscles du dos, fait suite un exercice qui fait travailler

particulièrement les muscles abdominaux, c'est-à-dire que l'école de Ling n'a pas soin seulement de la symétrie, mais que, d'une façon plus générale, elle vise au parfait équilibre des forces mises par la nature à la disposition de l'homme, dans son propre organisme.

Le choix des mouvements est on ne peut plus varié; aucune partie du corps n'échappe à l'action de la gymnastique suédoise, mais aussi aucune n'est de sa part l'objet d'un zèle intempestif; tandis que dans la gymnastique allemande, une part énorme est faite aux exercices des membres supérieurs, on s'efforce aux écoles de Ling, de donner à chaque région du corps, un développement en rapport avec ses conditions anatomiques et fonctionnelles normales.

Son but n'est pas de donner à l'homme des biceps énormes, des pectoraux monstrueux; elle veut que chacun acquière toute la perfection physique que comporte son organisme entier.

Rien ne met mieux en lumière ce principe, que sa distribution de travail, telle qu'elle ressort du schéma suivant, qui est en somme le schéma de chaque leçon :

1° Exercices des membres ;

2° Exercices s'adressant spécialement aux muscles extenseurs du tronc ;

3° Exercices de suspension ;

4° Exercices d'équilibre ;

5° Marche et course ;

6° Exercices s'adressant spécialement aux muscles du dos ;

7° Exercices s'adressant spécialement aux muscles abdominaux ;

8° Exercices s'adressant spécialement aux muscles latéraux du tronc ;

9° Sauts ;

10° Exercices respiratoires.

Il n'est pas sans intérêt de signaler ici, d'après le manuel militaire, l'influence qu'attribue l'école de Ling à ces diverses catégories d'exercices.

« 1° Les exercices des membres ont tout d'abord une action propre sur les membres eux-mêmes, par la contraction de leurs muscles, et les modifications qu'elle apporte dans leur circulation ; mais en outre, ceux des membres inférieurs ont un effet dérivatif et une influence calmante sur le fonctionnement du cœur ; aussi a-t-on soin d'en faire suivre au cours de la leçon les exercices compliqués ou fatigants qui agissent énergiquement sur les appareils respiratoire et circulatoire ; ceux des membres supérieurs exercent une action marquée sur les organes contenus dans la poitrine, et sur les régions des épaules et des omoplates.

» 2° Les exercices d'extension dorsale ont généralement une action énergique, et assez

régulièrement répartie, sur presque toutes les parties du corps.

» Les mouvements du tronc, c'est-à-dire les flexions et les torsions de la colonne vertébrale, ont leur siège dans la région dorsale, et surtout dans la région lombaire ; ils modifient les muscles du tronc et les organes contenus dans la cavité thoracique et la cavité abdominale ; en outre ils provoquent une extension des muscles de la face antérieure du corps, et exercent une pression assez énergique sur les vaisseaux, particulièrement sur les vaisseaux contenus dans le ventre.

» 3° Les exercices de suspension ont pour but de développer le thorax et les organes qu'il contient : fortifiant la musculature de la poitrine, de la nuque, du dos et des épaules, en réclamant un effort plus ou moins grand des fléchisseurs des bras, pour soulever et déplacer le corps.

» 4° Les exercices d'équilibre ont une influence sur l'organisme, sans réclamer des efforts musculaires très énergiques ; ils contribuent à donner la maîtrise du corps, à l'assouplir, et à rendre la marche correcte et naturelle.

» 5° La marche a pour but les effets attribués aux exercices des membres inférieurs ; la course exerce une action énergique sur le thorax et les organes qu'il contient.

» 6° Les exercices des muscles postérieurs du tronc, correctement exécutés, ont la propriété de provoquer chez l'homme, en un temps relativement court, le maintien correct des omoplates, de la tête, et de toute la partie supérieure du corps.

» 7° Les exercices des muscles antérieurs du tronc doivent fortifier particulièrement la musculature de l'abdomen et, par là, agir efficacement sur les organes contenus dans le bassin.

» 8° Les exercices des muscles latéraux du tronc ont pour but le développement harmonieux du corps ; ils exigent un effort vigoureux de toute la musculature du tronc, et ils exercent une action énergique et considérable sur tous les organes internes.

» 9° Les sauts nécessitent les contractions musculaires les plus énergiques ; ils ont une grande influence sur la respiration et sur la circulation.

» 10° Les exercices respiratoires ont pour but de calmer le jeu de l'appareil respiratoire, après les mouvements énergiques qui l'ont excité. »

Si la plupart des effets attribués aux 10 séries d'exercices qui précèdent, sont bien réels et sont l'expression de vérités scientifiques, il y a cependant quelques restrictions à faire à leur sujet. Le professeur Jentzer dit, avec beaucoup

de raison, à propos des exercices des membres qui commencent la leçon : « après être resté enfermé pendant deux ou trois heures consécutives, l'enfant se trouve sous l'influence d'une mauvaise circulation : le sang s'est porté facilement à la tête, tandis que les jambes se sont refroidies ; c'est le but des exercices préliminaires de combattre cette inactivité musculaire, de décongestionner la tête, en un mot, d'aider à régulariser cette mauvaise circulation. » Mais si l'on peut attribuer aux exercices des membres inférieurs, par lesquels débute la leçon de gymnastique, un effet dérivatif, régulateur de la circulation, il est difficile d'admettre l'action calmante que ces exercices auraient sur le cœur, quand ils succèdent à des exercices violents. La contraction musculaire, quelle qu'elle soit, est, par essence, excitante du travail du cœur et ce n'est pas parce que des contractions sont limitées aux membres inférieurs, et parce qu'elles succèdent à des contractions énergiques d'un grand nombre des muscles du corps, qu'elles perdent ce caractère. Nous avons vu que le premier effet d'une marche succédant à un repos complet, est, en quelque sorte, un coup de fouet donné à tout l'organisme, et qu'elle provoque une sensation de force et de bien-être ; si la marche se prolonge, l'exubérance fait place à de la dépression ; mais

cette disparition de l'exubérance n'est pas le résultat d'un effet calmant de l'activité du cœur; c'est une manifestation de la fatigue. On ne conçoit donc pas, dans le cas qui nous occupe, que du mouvement actif ajouté à du mouvement actif, puisse annihiler l'effet de celui-ci.

L'effet véritablement calmant du cœur ne peut être cherché que dans les exercices respiratoires; mais là encore ce n'est pas directement de la contraction musculaire, ni de la localisation de la contraction que cet effet dépend, mais bien des modifications physiques apportées mécaniquement dans la cage thoracique, autrement dit, de l'aspiration thoracique. Pour ce qui regarde la localisation des mouvements du tronc, nous avons vu que, contrairement à l'opinion de l'école de Ling, la torsion de la colonne vertébrale n'est pas du tout une propriété de la région lombaire. L'erreur commise ici n'a pas d'ailleurs grande importance pratique, car l'essentiel est que l'on fasse l'éducation du mouvement rotatoire de la colonne vertébrale, et dans le cas présent cela est parfaitement réalisé.

La gymnastique suédoise met judicieusement en action tous les muscles du corps humain, et elle proportionne leur synergie aux limites normales des mouvements de chaque articulation :

elle les veut aussi étendus que possible, il est vrai, mais à la condition de ne pas compromettre la solidité des articles, et elle évite de façon absolue tout ce qui ressemble, de près ou de loin, à une dislocation.

Ses synergies musculaires offrent une multiplicité de types quasi indéfinie, et elle passe des localisations les plus restrictives aux combinaisons de contractions les plus complexes. Ce sont tantôt des mouvements symétriques, tantôt des mouvements asymétriques, tantôt des associations de rythmes semblables, tantôt des associations de rythmes différents. La collection de centres neuro-moteurs automatiques qu'elle contribue ainsi à former, est d'une étonnante richesse. Si riche soit-elle, cependant, elle ne prévoit pas l'éducation de tous les genres de mouvements que comporte l'activité humaine; c'est ainsi, par exemple, que Demoor et, après lui, Fosséprez lui reprochent, avec raison, de ne pas préparer ses adeptes à la réalisation des contractions musculaires balistiques, autrement dit, les contractions nécessitées par le lancer d'un objet qu'on lâche pour lui laisser ensuite franchir librement l'espace, tel un projectile ; ou qu'on retient après qu'il a transformé en un travail mécanique la force vive dont on l'a chargé, tel le marteau du forgeron. Par le fait que la gymnastique suédoise ne recherche que

la production de mouvements normaux, elle est accessible à tous, convenant aux deux sexes, aux enfants, aux adultes, aux gens vigoureux comme aux natures frêles. Et, à ce sujet, il faut examiner d'un peu près la façon dont elle observe toujours le principe de la progression.

A ne considérer que la leçon que nous venons de rapporter (constituée par une succession d'exercices qui exigent un grand déploiement d'énergie), on devrait conclure que la gymnastique de Ling doit être réservée à des sujets d'une vigueur toute particulière. Personne, après avoir assisté à une telle leçon, ne penserait à faire à la méthode le reproche qu'on a formulé contre elle, d'ailleurs, de ne pas nécessiter d'efforts considérables. Au contraire, on serait tenté de se dire, qu'elle dépasse, en exigences, la moyenne de ce que nous pouvons dépenser de force musculaire.

C'est que cette leçon était donnée à des jeunes gens qui approchaient du terme de leur éducation gymnastique, qui par conséquent étaient rompus à toutes les manœuvres de la méthode, et se trouvaient en possession de la plus value qu'elle procure en vigueur et en habileté physiques.

Mais nous avons eu l'occasion de voir une véritable gamme de leçons, s'adaptant à des sujets dont l'éducation gymnastique était

arrivée à des degrés très différents, et toujours, l'énergie et la difficulté qu'elle leur demandait, étaient merveilleusement proportionnées à leurs moyens, que les élèves fussent des petits garçons, des petites filles, des adolescents de l'un ou l'autre sexe, des jeunes gens, des adultes, des personnes en pleine santé, ou des personnes en état de morbidité.

Les débutants, par exemple, n'exécutent que des exercices préparatoires, tels les mouvements des membres, du tronc et de la tête, qui conduisent aux positions de départ secondaires; puis au fur et à mesure que leur vigueur s'accroît, que leur corps devient plus souple, qu'ils peuvent réaliser, sans difficulté et de façon automatique, et en plus grand nombre, les mouvements initiaux, on arrive à leur demander l'exécution d'exercices nécessitant un déploiement plus considérable de force, ou une synergie de muscles plus complexe.

Certains exercices ne pourront jamais être imposés à des natures frêles, et encore moins à des personnes malades; mais ceux qui resteront à la portée des sujets anormaux, seront toujours très nombreux et très variés, de sorte que les disgraciés de la nature ne seront pas privés des bénéfices qu'apportent à chacun le mouvement méthodique, la fatigue salutaire, le développement de l'automatisme.

La gymnastique suédoise est donc essentiellement progressive dans la suite de ses leçons; elle l'est de même dans le cadre de chaque leçon, et chaque mouvement, peut-on dire, a ses progressions résultant des modifications qu'on donne à sa position de départ. Tel exercice, exécuté les membres supérieurs pendant le long du corps, comme dans la position fondamentale debout, exigera, notamment par l'allongement des bras de levier, plus d'énergie, si on le répète avec les mains aux épaules, et encore davantage, avec les bras étendus verticalement.

La progression se fait aussi par des modifications dans la rapidité de l'exécution, et par des variations dans l'amplitude des mouvements eux-mêmes. Faut-il dire combien le principe de la progression est éducatif, et rappeler qu'il est à la base de toute science, et spécialement à la base des sciences exactes?

Et il est juste de remarquer que, malgré son application constante, dans la méthode de Ling, on n'y néglige pas le bien acquis, et on ne risque pas ainsi de le perdre; le but primordial de la gymnastique, étant la création de centres neuro-moteurs, en aussi grand nombre que possible, il est indispensable d'entretenir, par une répétition fréquente, l'existence de ceux qui ont déjà été réalisés. C'est ce qui a effective-

ment lieu : les mouvements simples, les premiers appris, sont répétés tout naturellement, à l'occasion de la prise de positions de départ secondaires, qui est soignée à l'égal de l'exécution des mouvements constituant l'exercice proprement dit.

Cette façon de concevoir et de réaliser la loi de la progression, conduit fatalement à l'observation de la loi de l'entraînement qui en découle. Car celle-ci n'est, en somme, que celle-là, si l'on a soin de faire produire, lors de chaque séance, un travail assez énergique pour amener la fatigue d'entraînement, fatigue ne dépassant pas les bornes d'une sage modération, et n'allant jamais jusqu'au surmenage.

La répétition de l'exercice, pratiquée dans ces conditions spéciales de progression, arrive à faire supporter des doses croissantes des poisons de la fatigue, procure les bénéfices de l'entraînement, c'est-à-dire l'exaltation de la force musculaire utilisable directement, et sans nocivité aucune.

Quant au programme même de chaque leçon, il n'observe pas moins bien la loi de la progression ; cela ressort du schéma que nous avons donné, et de la leçon même que nous avons prise comme exemple. Si des exercices ne nécessitant pas une dose d'énergie très grande, trouvent place dans le cadre de la leçon, comme

exercices dérivatifs, ou comme exercices de transition, à la suite de mouvements nécessitant un travail considérable, il n'en est pas moins vrai, que, d'une façon générale, la proportion de force déployée va crescendo, jusqu'au maximum dans l'effort représenté par les sauts qui viennent à la fin de la série, et ne sont plus suivis que par les exercices respiratoires, si utiles pour mettre un frein à l'excès de l'activité du cœur. Et ainsi graduellement, sans secousses, se produit l'ébranlement nutritif qu'on cherche à provoquer par les exercices physiques rationnels. C'est bien la réalisation, en général et en particulier, du desideratum de Mosso, relatif à la lutte contre la fatigue, aboutissant à l'accroissement de la force musculaire.

La gymnastique suédoise est-elle respiratoire? Est-elle abdominale? Évidemment oui. Elle est respiratoire, car ses positions fondamentales et les positions de départ qui en dérivent, supposent, avant tout, un large déploiement de la cage thoracique; car la correction dans l'exécution des mouvements exige le libre jeu des poumons, à tel point, que la règle est formelle de renoncer à certains exercices, ou du moins à leur réalisation intégrale, quand par suite de circonstances particulières, comme la débilité, le manque

d'entraînement, les gymnastes ne peuvent dépenser la dose d'énergie ou d'habileté qu'ils réclament, sans entraver la respiration dans son ampleur ou dans son rythme ; car enfin, toute une série d'exercices ont pour unique objectif, de provoquer de larges inspirations, par la mise en action des muscles élévateurs de la cage thoracique. Elle est donc essentiellement respiratoire, et elle l'est avec un remarquable éclectisme, dirigeant son activité, tantôt sur les parties supérieures, tantôt sur les parties inférieures du thorax, afin de développer aussi bien le type respiratoire costal supérieur que le type costal inférieur et le type diaphragmatique, permettant ainsi aux sujets qui lui demandent leur développement, d'utiliser toutes les ressources offertes par les dernières ramifications de leur arbre respiratoire.

Elle est au même degré abdominale, multipliant les moyens de développer l'énergie, comme aussi l'extensibilité des muscles des parois de l'abdomen. Nous avons vu comment, au cours de certains exercices, ces muscles sont puissamment contractés, avec un écartement minimum de leurs points d'insertion, comment, au contraire, dans d'autres, ils sont mis en activité, alors que leurs points d'insertion sont à écartement maximal, comment leurs contractions entrent comme élément constitutif dans

des mouvements actifs-passifs et des mouvements passifs-actifs, comment elles sont dynamiques ou statiques, etc.

Elle assure donc tous les bénéfices qui résultent, comme nous l'avons vu précédemment, de l'exaltation fonctionnelle des organes contenus dans les cavités abdominale et thoracique.

La création de nombreux centres neuromoteurs qu'elle provoque, l'affinement qu'elle procure du sens musculaire, par le dosage exact des mouvements pour leur faire atteindre leur but avec un minimum de dépense énergétique, la discipline physique et psychique qu'entraînent le maintien permanent du déploiement de la poitrine, et l'exécution des exercices, dans des conditions nettement déterminées et toujours identiques à elles-mêmes, le développement de la volonté, par la contrainte de vaincre, sans défaillance, la tendance au relâchement dans la réalisation des mouvements, sont autant d'éléments d'évolution vers la perfection du système nerveux et des facultés intellectuelles.

Grâce donc au concours actif et systématique qu'elle apporte aux viscères, dont le fonctionnement parfait entraîne le complet épanouissement de la vie végétative, grâce à son influence sur les appareils de la vie de relation, dont elle développe la force et dont elle accroît

l'habileté réactionnelle, la gymnastique suédoise est une méthode d'éducation physique qui remplit autant dire en tous points les exigences de la science.

Les remarquables résultats qu'elle produit confirment d'ailleurs pleinement les conclusions qui s'imposent à l'analyse de la méthode. Rien n'évoque mieux l'idée de l'harmonie, de la force et de la beauté, que le corps de ces gymnastes, dont les proportions sont impeccables, dont la vigueur étonne le regard, dont la souplesse est merveilleuse. A la liberté de leur allure, à la sûreté de leurs mouvements, à la noblesse de leur démarche, on reconnaît le degré de maîtrise acquis par eux sur leur machine animale.

On a prétendu que certains exercices de la gymnastique suédoise avaient une action déformante sur la colonne vertébrale, que notamment les remarquables extensions dorsales, faites à l'espalier, amèneraient de l'ensellure, par l'exagération de la courbe normale de la colonne lombaire ; cette opinion était basée sur des observations de faits. Nous ne pouvons, pour notre part, admettre ce reproche, car, d'abord, aucune déformation de ce genre n'a été constatée par nous sur les innombrables sujets que nous avons eus devant les yeux ; car, ensuite, la statique de la colonne vertébrale,

l'orthopédie nous l'apprend, est telle, que lorsqu'une courbure se produit à l'une ou l'autre de ses régions, des courbures anormales en sens inverse, courbures dites de compensation, ne tardent pas à survenir aux régions voisines; ainsi, dans le cas du dos rond, c'est-à-dire le cas où la colonne dorsale exagère sa convexité postérieure, la région cervicale et la région lombaire exagèrent, elles aussi, leur concavité. Or l'effort constant de l'école de Ling, est de redresser la colonne dorsale. L'effet compensateur de ce redressement doit donc être plutôt un redressement concomitant des courbures cervicale et lombaire. Il est probable que, si des ensellures se sont produites en certains cas particuliers, le fait était dû au défaut de correction dans l'exécution des mouvements incriminés, soit que la colonne dorsale ne gardât pas son indispensable extension, soit que les muscles antérieurs du tronc, et tout particulièrement ceux de la paroi abdominale, n'entrassent pas en contractions suffisamment énergiques.

On pourrait d'autre part se demander, si d'écarter fortement la pointe des pieds, comme l'exige la position fondamentale debout, qui est la plus employée, ne peut pas résulter la déformation dite pied valgus, c'est-à-dire, la déformation qui conduit au pied plat; il est vrai que l'emploi de l'extension du pied sur la jambe,

dans de nombreux exercices, lutte sérieusement contre cette déformation. Néanmoins (est-ce une simple coïncidence fortuite ?) nous avons remarqué à l'Institut central de Stockholm, que plusieurs jeunes filles du cours de seconde année présentaient, de façon très nette, la tendance au pied valgus, tandis qu'une seule élève du cours de première année laissait voir ce défaut.

Il y aurait donc lieu, à notre sens, de faire quelques réserves à propos de cet écartement de la pointe des pieds, d'ailleurs très utile à bien des points de vue, et de ne pas l'exiger trop considérable, pour ne pas dire le supprimer, quand on a affaire à des sujets qui, naturellement, seraient prédisposés au défaut signalé, et notamment à des personnes grasses et d'un poids relativement trop élevé.

Dans l'enquête à laquelle nous nous sommes livré sur les résultats de la gymnastique suédoise, nous avons porté notre attention sur l'influence qu'exerce la méthode de Ling sur la fonction menstruelle qui, l'intégrité des organes sexuels étant supposée, constitue en quelque sorte, pour les personnes du sexe féminin, un baromètre de la santé. Nous avons obtenu d'une trentaine de gymnastes à qui nous avons adressé un questionnaire très-détaillé ayant trait à l'état de cette fonction, avant le commencement de leur éducation

gymnastique, et pendant celle-ci, des réponses qui, à peu près unanimement, établissaient l'heureuse influence qu'avait exercée sur elles, à ce sujet, la pratique de la gymnastique. Et toutes ajoutaient avec bonheur, nous serions tenté de dire avec enthousiasme, qu'elles ne s'étaient jamais aussi bien portées que depuis qu'elles se livraient aux exercices de la méthode de Ling.

Lefébure signale avec raison l'augmentation de la taille de l'homme, que l'on a constatée en Suède, depuis que l'enseignement de la gymnastique y est généralisé.

Ces excellents résultats, ajoutés aux conclusions auxquelles a abouti notre étude critique, nous permettent de dire, en résumé, de la méthode de Ling que, si elle manque parfois de justesse (ce qui n'a rien d'étonnant, si l'on songe à l'état de la science au moment où elle fut conçue), au point de vue théorique et interprétatif de certains mouvements, si elle ne prévoit pas la création de centres neuro-moteurs pour la totalité des mouvements que nous sommes appelés à réaliser, elle constitue en pratique un outil merveilleux d'éducation physique et l'on ne pourrait assez féliciter les hommes de cœur et d'initiative, les Van Overbergh, Lefébure, Demoor, Fosséprez, Wettendorf, etc., qui s'en sont faits les champions dans notre pays, et l'y ont introduite pour le plus grand bien de notre jeunesse et de notre patrie.

BRUXELLES, POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS

